CANMET

# REVUE DU CANMET 1983-1984

Canada

85-5885/

# REVUE DU CANMET 1983-1984

## RAPPORT DU CANMET 84-8F

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie,
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources
Ottawa, Canada

MICROMEDIA

OCT 1 1 1985

Publié avec l'autorisation du ministère de l'Énergie,
des Mines et des Ressources

94 pp

MICROMEDIA

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985

N° de cat. M 38-13/84-8F

ISBN 0-662-93401-6

# AVANT-PROPOS

Le rôle de CANMET est de mettre en évidence l'importance des minéraux et de l'énergie dans l'économie canadienne par l'intermédiaire d'activités de recherche et de développement portant sur l'industrie minière, le traitement des minéraux, l'utilisation des métaux, des minéraux industriels et des combustibles.

En d'autres termes, le CANMET poursuit trois objectifs principaux, soit l'élaboration de politiques R-D et de techniques de protection et de productivité. Les politiques R-D sont comprises dans la partie du programme (environ dix pour cent) qui a été élaborée en vue de fournir un appui direct aux organismes gouvernementaux chargés de l'élaboration des politiques et aux organismes régulateurs responsables de l'élaboration des normes, de la certification des produits de même que des activités R-D relatives à l'amélioration des techniques de protection — santé, sécurité, environnement. Ces activités portent sur l'exploitation minière, le traitement des eaux et des effluents et sur la qualité et l'intégrité des ouvrages.

Plus de la moitié du programme de recherche s'adresse de façon particulière au soutien de l'industrie par le biais de technologies visant à améliorer la productivité. Ces recherches peuvent donner lieu à la découverte de nouveaux procédés, à des améliorations nouvelles ou additionnelles ou faciliter la mise au point d'outillage et d'appareillage destinés à augmenter la productivité et la compétitivité de l'industrie.

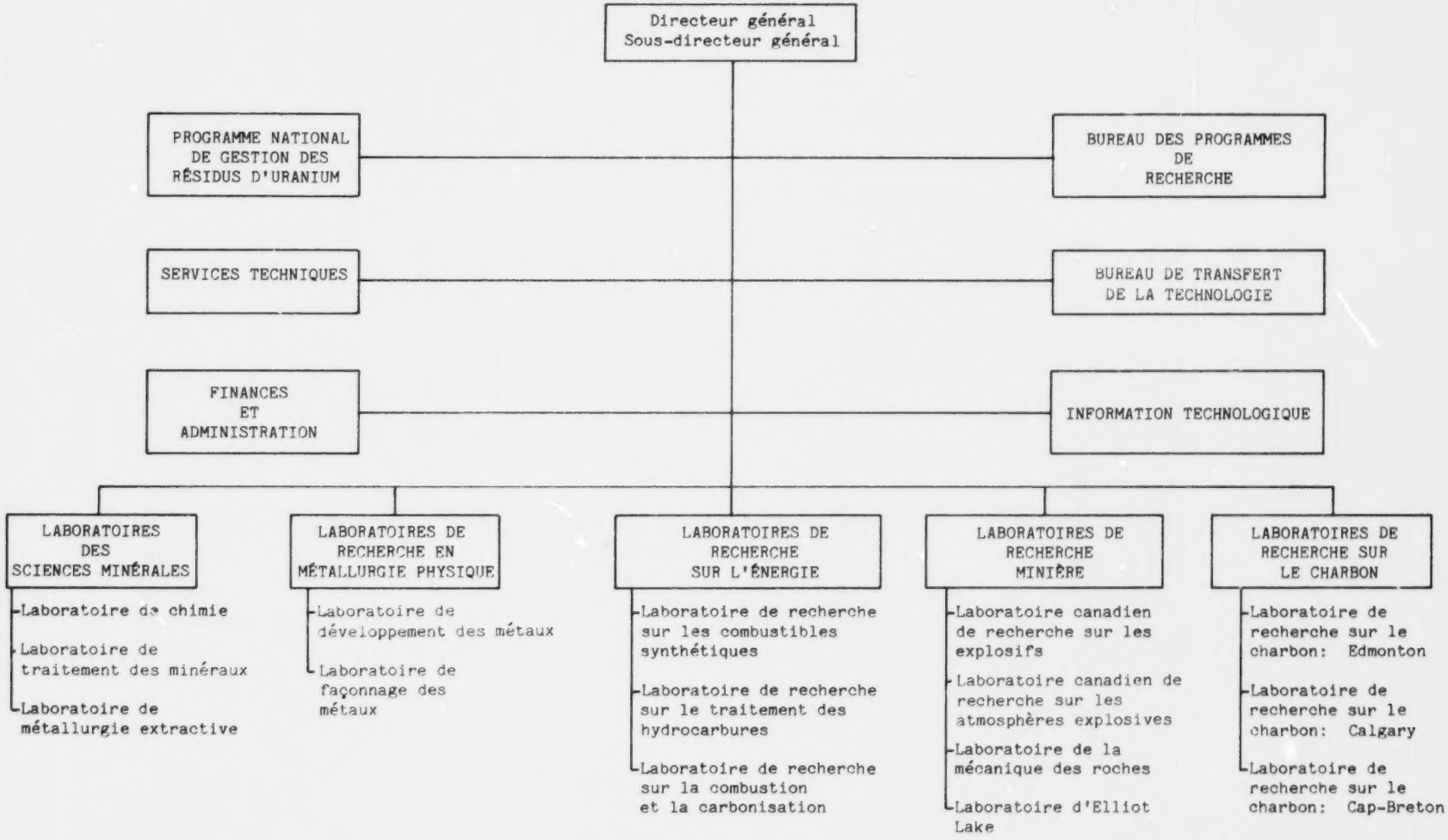
En outre, le transfert de la technologie fait partie intégrante de toutes les activités de CANMET. Le Centre dispose d'une gamme complète de techniques de transfert, de la diffusion de l'information aux projets conjoints R-D. De plus, les projets R-D à long terme permettent le développement de techniques de pointe qui sont par la suite utilisées dans les activités R-D à court terme de l'industrie. Le transfert de la technologie s'opère de diverses manières, soit à la demande de l'industrie, sur une base de partage ou de recouvrement des coûts, chaque fois que les activités R-D requises ne peuvent être exécutées par les organismes de recherche du secteur privé. Environ un quart à un tiers du budget est consacré à la réalisation de contrats R-D. Cette répartition des ressources financières permet de fournir un soutien au développement technologique dans tout le pays.

Au cours des années 1982-1983, l'industrie minière a vécu ses moments les plus sombres depuis les années 30 en raison de la situation défavorable du marché et les ministres ont exigé la mise en oeuvre d'un Programme d'aide à court terme à la recherche et à la technologie (START). Un programme d'une durée de deux ans et qui représentait un investissement de cinq millions de dollars a été mis sur pied. Ce programme comprenait surtout des activités à moyen et à long terme devant être réalisées par impartition. En plus de favoriser les activités de recherche à court terme, le Programme START a aussi contribué à l'amélioration des installations de CANMET et facilité à l'industrie l'accès à l'expertise et aux installations du Centre. Le transfert de la technologie s'est effectué de différentes manières, en passant par des petits ateliers de travail aux visites du laboratoire mobile de fonderie et des installations mobiles de préparation du charbon.

Les activités de recherche portant sur l'exploitation minière, la métallurgie et l'énergie seront profondément transformées par les nouvelles techniques ayant trait à la bio-technologie, à l'informatique, à la technologie du plasma et à l'utilisation de la robotique et du contrôle à longue distance. La Direction générale possède le savoir-faire requis tant au niveau des scientifiques, des ingénieurs, des techniciens que du personnel de soutien pour répondre aux nombreux défis en perspective et seconder les efforts déployés par les industries en vue d'assurer la préservation des ressources non renouvellables du Canada.

**W.G. Jeffery**
**Directeur général**

# CENTRE CANADIEN DE LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE (CANMET)



## DIRECTION DE CANMET 1983-1984

Directeur général – W.G. Jeffery

Sous-directeur général – J.T. Jubb

## CENTRES DE RESPONSABILITÉ

| | |
|---|---|
| Programme de recherche sur l'énergie et les minéraux | D.A. Reeve |
| Laboratoires de recherche sur l'énergie | B.I. Parsons |
| Laboratoires des sciences minérales | W.A. Gow |
| Laboratoires de recherche minière | T.S. Cochrane |
| Laboratoires de recherche en métallurgie physique | W.H. Erickson |
| Laboratoires de recherche sur le charbon | T.D. Brown |
| Division de l'information technologique | J.E. Kanasy |
| Bureau de transfert de la technologie | J.A. Potworowski |

# ALLOCATION DES RESSOURCES

## 1983-1984

| | ANNÉES-PERSONNE | CRÉDITS D'EXPLOITATION $ 000 | CRÉDITS D'IMMOBILISATION $ 000 |
|---|---|---|---|
| TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE | | | 8 850 |
| Économies d'énergie | 8 | 1 125 | |
| Approvisionnement en pétrole | 92 | 7 534 | |
| Charbon | 147 | 11 811 | |
| Énergie nucléaire | 28 | 1 107 | |
| Ressources renouvelables | 14 | 863 | |
| Bureau des programmes de recherche (y compris les contrats) | 9 | 1 014 | |
| Bureau de transfert de la technologie | 1 | 109 | |
| Services d'information et de bibliothèque | 17 | 1 457 | |
| Services techniques (génie) | 31 | 1 849 | |
| Gestion et autres services communs | 56 | 5 355 | |
| Subventions et contributions | | 150 | |
| TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX | | | 2 124 |
| Exploitation minière | 15 | 1 051 | |
| Santé et sécurité dans les mines | 20 | 859 | |
| Économies et gestion des ressources | 21 | 727 | |
| Traitement des minéraux | 48 | 2 163 | |
| Environnement | 30 | 1 796 | |
| Mise au point de matériaux | 38 | 1 945 | |
| Traitement des métaux | 55 | 2 544 | |
| Normes et spécifications | 24 | 771 | |
| Bureau des programmes de recherche | 4 | 379 | |
| Bureau de transfert de la technologie | 10 | 614 | |
| Services d'information et de bibliothèque | 19 | 1 385 | |
| Services techniques (génie) | 32 | 1 924 | |
| Gestion et autres services communs | 53 | 4 029 | |
| Subventions et contributions | | 6 | |
| APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS | 14 | 504 | 44 |
| TOTAL | 786 | 53 071 | 11 018 |

# TABLE DES MATIÈRES


| | Page |
|---|---|
| AVANT-PROPOS | |
| TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE | 1 |
| Économies d'énergie | 1 |
| Économies d'énergie dans les secteurs résidentiel et industriel | 2 |
| Stockage de l'énergie électrique | 3 |
| Production d'hydrogène par photoélectrolyse | 3 |
| Approvisionnement en pétrole | 4 |
| Récupération du bitume et du pétrole lourd | 4 |
| Amélioration du bitume et du pétrole lourd (hydrocraquage) | 4 |
| Amélioration du bitume et du pétrole lourd (procédés nouveaux) | 6 |
| Amélioration des pétroles bruts synthétiques pour la production de carburants | 6 |
| Matériaux pour la production et le traitement | 7 |
| Matériaux pour les oléoducs, les gazoducs et les ouvrages en mer | 8 |
| Conversion du gaz naturel en combustibles liquides | 10 |
| Technologie du charbon | 11 |
| Évaluation des réserves de charbon | 11 |
| Extraction du charbon | 11 |
| Mécanique des strates | 12 |
| Santé et sécurité dans les mines de charbon | 13 |
| Homologation de l'équipement des mines de charbon | 14 |
| Préparation du charbon | 14 |
| Carbonisation | 16 |
| Gazéification | 17 |
| Liquéfaction | 18 |
| Combustion | 18 |
| Cotraitement du charbon avec du bitume, des pétroles lourds et des résidus | 21 |
| Matériaux pour la manutention et l'utilisation du charbon | 22 |
| Matériaux pour le traitement des sables bitumineux | 22 |
| Matériaux pour les procédés de conversion d'énergie à haute température | 22 |
| Énergie nucléaire | 23 |
| Réserves et production d'uranium | 23 |
| Enfouissement des déchets nucléaires | 23 |
| Techniques classiques d'extraction de l'uranium | 23 |
| Techniques nouvelles d'extraction de l'uranium | 23 |
| TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX | 25 |
| Exploitation minière | 25 |
| Forage au diamant | 25 |
| Équipements et aménagement des mines | 25 |
| Coordination des techniques minières | 25 |
| Industrie minière de la potasse | 26 |
| Mise au point de modèles | 26 |
| Propriétés de la roche et systèmes de soutènement | 26 |
| Stabilité locale et régionale | 27 |
| Caractérisation de la masse rocheuse | 27 |
| Santé et sécurité dans les mines | 27 |
| Santé dans les mines et recherche et développement | 28 |
| Rayonnements – En milieu souterrain | 28 |
| Poussières inhalables – En milieu souterrain | 29 |
| Bruit et vibrations – En milieu souterrain | 30 |

Environnement ..... 30
Traitement des effluents toxiques ..... 31
Réduction des émissions pyrométallurgiques nocives ..... 31
Élimination des résidus d'uranium ..... 31
Neutralisation des résidus d'uranium ..... 32
Enfouissement des résidus sous une couverture végétale ..... 32

Mise au point de matériaux ..... 32
Mécanismes de corrosion ..... 33
Corrosion des conduites d'eau municipales ..... 33
Écoulement plastique, rupture et analyse des contraintes ..... 33
Diffractomètre X de contraintes portatif du CANMET ..... 33
Microstructure et propriétés des alliages industriels ..... 34
Alliages à base de zinc ..... 34
Mise au point d'aciers de décolletage sans plomb ..... 34
Technologie de la solidification rapide ..... 34
Mise au point d'instruments et de techniques ..... 35
Hydrogène dans les aciers ..... 35
Performance et durabilité du béton ..... 35
Corrosion des conduites en amiante-ciment ..... 36
Céramiques résistantes aux chocs thermiques ..... 36
Électrodes et matériaux réfractaires destinés à l'industrie de l'acier ..... 36
Céramiques résistantes à l'abrasion ..... 37

Normes et spécifications ..... 37
Matériaux de référence ..... 37
Méthodes analytiques ..... 38
Essai et normalisation des agrégats et des bétons ..... 38
Essais non destructifs ..... 39

Traitement des métaux ..... 39
Recherche exploratoire en fonderie ..... 39
Sable et liants dégradables ..... 39
Fusion sous laitier électroconducteur ..... 39
Propriétés dynamiques de la fusion ..... 39
Coulée en coquille par gravité ..... 39
Fusion au four électrique ..... 40
Laboratoire mobile de fonderie ..... 40
Coulée en moule jetable à basse pression ..... 40
Traitement des aciers ultrapropres ..... 40
Technologie du laminage ..... 41
Formabilité et traitement des tôles d'acier ..... 41
Traitement des métaux en lit fluidisé ..... 42
Forgeage près de la cote désirée ..... 42
Mécanique des soudures ..... 42
Simulation thermomécanique du traitement métallurgique ..... 42
Effet de l'azote sur la résistance à l'entaille des soudures ..... 43
Rail traité à la chaleur ..... 43
Matériaux de qualité marine ..... 43
Matériaux pour navires ..... 44

Évaluation des économies et des ressources ..... 44
Études de fond sur les produits minéraux ..... 44
Études minéralogiques des minerais marginaux et complexes ..... 45
Ressources canadiennes en silice ..... 45
Récupération des métaux précieux contenus dans les minerais et les résidus ..... 45
Laitiers pyrométallurgiques non ferreux ..... 46
Déchets minéraux primaires ..... 46
Fibres minérales spéciales ..... 46

Traitement des minéraux ..... 47
Traitement simulé des minerais et des charbons (SPOC) ..... 47
Minerai de fer ..... 47
Conception, mise au point et évaluation du matériel ..... 48
Plomb hydrométallurgique ..... 48
Extraction et affinage des métaux ..... 49
Chloruration-oxydation par voie sèche des minerais complexes ..... 49
Procédé hydrométallurgique pour le nickel et le cuivre ..... 50
Lixiviation bactérienne ..... 50
Extraction du vanadium dans les sables bitumineux ..... 50
Récupération de l'argent dans l'industrie du zinc ..... 50
Récupération de l'étain dans les résidus de métaux non précieux ..... 51

Application de la loi canadienne sur les explosifs ..... 51
Homologation et conseils techniques ..... 51
Activités de recherche et résultats ..... 51
Recherche et développement sur les explosifs ..... 52

INFORMATION SUR LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE ..... 54
Élaboration de l'information ..... 54
Traitement de l'information ..... 54
Diffusion de l'information ..... 54

TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE ..... 57

PROGRAMME NATIONAL DE GESTION DES RÉSIDUS D'URANIUM ..... 58

ANNEXE A – PERSONNEL PROFESSIONNEL DU CANMET ..... 60

ANNEXE B – REPRÉSENTATION DU CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES ..... 69

# TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE

Au CANMET, la recherche et le développement énergétiques portent principalement sur le traitement et l'utilisation des ressources canadiennes en pétrole, en gaz, en charbon et en uranium. Comme par les années passées, le principal objectif de la recherche sur l'énergie est d'atteindre les buts du Programme énergétique national. Grâce à la compétence qu'il a acquise au fil des ans, le CANMET est le fer de lance de la recherche et du développement au Canada d'une nouvelle technologie énergétique.

Le présent survol résume les activités et les réalisations de 1983-1984 dans le domaine énergétique. Le principal objectif du CANMET dans ce domaine est d'aider le Canada à disposer de la technologie nécessaire en matière d'approvisionnement, de traitement et d'utilisation de l'énergie afin qu'il atteigne au plus tôt l'autosuffisance. Les autres objectifs sont d'aider l'industrie canadienne à renforcer son caractère compétitif, de jouer le rôle de chef de file et d'assurer une liaison avec d'autres groupes au niveau international, provincial ou industriel.

Les principes inspirant le mandat du CANMET et sa planification sont que les travaux de R-D financés par le gouvernement doivent être accessibles à tous les Canadiens et que leurs retombées doivent profiter à l'ensemble de la société canadienne. Dans cette optique, le CANMET est chargé, en sa qualité d'organisme public, d'effectuer des travaux de R-D là où l'on ne peut attendre du secteur privé qu'il fournisse les services nécessaires à la société. Le CANMET planifie et programme en conséquence sa recherche en fonction de ce mandat fondamental.

Le présent survol décrit la portée des divers volets du programme énergétique. Les projets de recherche sont choisis en vue de satisfaire de la façon la plus économique possible à un objectif particulier du programme et à répondre le mieux possible aux besoins énergétiques futurs du Canada. On tient compte aussi d'éléments non discrétionnaires qui permettent de maintenir un programme scientifique essentiel.

Dans un autre ordre d'idées, le survol montre l'importance grandissante des projets de démonstration ayant pour but le transfert de technologie et le développement d'une capacité industrielle susceptible de répondre à des besoins urgents. D'importants projets de démonstration sont en cours dans le domaine de la combustion en lit fluidisé et de la combustion des mélanges charbon-pétrole. Les chercheurs du CANMET sont aussi appelés à agir en tant que conseillers techniques dans des projets de démonstration coordonnés par d'autres organismes gouvernementaux.

L'importance de la collaboration entre les secteurs public et privé, par l'intermédiaire de mécanismes comme l'impartition, les projets à frais partagés et les projets mixtes, devient de plus en plus évidente. Le CANMET continue de jouer un rôle important dans les activités internationales en assurant une représentation auprès de l'Agence internationale de l'énergie et en participant à d'autres activités internationales sur le charbon.

Pour aider à l'élaboration d'une politique énergétique rationnelle et à la gestion efficace des ressources, le CANMET participe à l'évaluation des ressources à partir d'études géologiques et de programmes d'exploitation, en se basant sur des paramètres de qualité des ressources et des critères techniques et économiques. Les nombreuses années d'expérience du CANMET dans les domaines du charbon et de l'uranium et sa compétence dans le domaine de l'exploitation minière ont permis à ses chercheurs de mener à bien d'importants projets d'évaluation de ces ressources énergétiques, en coopération avec des économistes du Ministère. L'évaluation de la qualité des ressources canadiennes en charbon, en tourbe, en uranium et en pétrole de basse qualité constitue la principale raison d'être du CANMET. C'est l'étude approfondie des résultats de ces évaluations qui permet de définir les priorités des travaux de recherche du CANMET. L'accent est mis sur les ressources de basse qualité qui pourraient constituer l'essentiel des approvisionnements énergétiques du Canada dans les années à venir.

La mise en oeuvre des techniques améliorées existantes et la mise au point de nouvelles technologies sont essentielles pour que le Canada s'affranchisse des sources d'énergie classiques et pour qu'il diversifie ses approvisionnements. Nos futures sources d'énergie incluront probablement les pétroles lourds, les sables pétrolifères, le charbon, l'énergie nucléaire et les sources d'énergie renouvelable comme la biomasse. Le rôle du CANMET dans la recherche d'un approvisionnement énergétique sûr et abondant est de garantir l'accès aux meilleures technologies de pointe. Pour atteindre cet objectif, le CANMET a poursuivi ses travaux sur les combustibles fossiles et a accentué ses efforts dans les domaines des économies d'énergie, des énergies renouvelables, du transport et du stockage.

## ÉCONOMIES D'ÉNERGIE

Pour atteindre ses objectifs en matière d'énergie, le Canada doit exploiter au mieux les ressources dont il dispose à l'heure actuelle. Pour atteindre cet objectif, le CANMET a poursuivi ses travaux de R-D visant à améliorer l'efficacité des techniques de combustion. Comme par le passé, ses travaux sont co-ordonnés avec les travaux de nombreux autres organismes publics et privés oeuvrant dans le domaine des économies d'énergie.

Les principaux secteurs d'intérêt du CANMET dans le domaine des économies d'énergie concernent les mi-

néraux industriels; ces secteurs sont: a) la comminution, b) les fours de régénération des terres et les fours à briques, c) l'utilisation de matériaux cimentants supplémentaires dans le béton. La plus grande partie du travail est réalisée à contrat. Cependant, dans le secteur des matériaux cimentants supplémentaires faisant appel à l'utilisation de laitiers non ferreux, le CANMET a entrepris lui-même certains travaux de recherche.

## Économies d'énergie dans les secteurs résidentiel et industriel

Le programme ENERSOLVE vise une utilisation plus efficace de l'énergie et la réduction de la consommation de pétrole et de gaz dans les procédés industriels. Une grande partie de l'équipement industriel actuel, surtout s'il a plus de 10 ans, ne fonctionne probablement pas, et ne peut sans doute même pas fonctionner, au rendement maximal possible du point de vue de l'utilisation du combustible. Il est encore possible d'améliorer techniquement ces installations pour qu'elles consomment moins. Le programme permet de financer un nombre limité d'études bien définies sur la modification des systèmes de combustion dans diverses industries, dans plusieurs régions du Canada. De cette façon, les participants acquerront de solides connaissances qui leur permettront ensuite d'offrir leurs services à l'ensemble du secteur privé, services qui se traduiront par des économies peut-être suffisantes pour les amortir et les rentabiliser.

Cinq études prétechniques, incluant des essais sur le terrain, ont été effectuées en 1983 sur les procédés industriels suivants: four à ciment, four à briques, chaudière pour le traitement chimique, chaudière pour le traitement de l'uranium et usine de transformation des aliments à alimentation mixte de gaz et de résidus solides.

On prépare actuellement un rapport sommaire qui en souligne les résultats et qui livre des recommandations en vue d'améliorer le rendement et la rentabilité de diverses options. Le rapport présentera également une méthode générale d'essais et des méthodes analytiques de détermination du rendement des systèmes de combustion industriels.

Le CANMET pilote un important programme de recherche dans le domaine des chaudières domestiques au gaz en vue d'aider à mettre au point certaines des nouvelles technologies les plus prometteuses et à déterminer leur rendement, à la fois au laboratoire dans des conditions contrôlées et sur le terrain, dans des conditions réelles. L'objectif du programme expérimental est de déterminer les économies réelles de combustible réalisables avec ces nouvelles technologies. On effectue aussi des essais sur le terrain en vue de mesurer le rendement du matériel classique et du matériel perfectionné dans des maisons ordinaires et dans des maisons à haut rendement énergétique.

Vu le grand nombre de maisons qui ont été équipées récemment de chaudières à gaz classiques de faible rendement, le CANMET consacre beaucoup d'efforts à la mise au point de l'équipement d'adaptation qui permettra d'obtenir de ces chaudières les rendements très élevés qu'offre le nouvel équipement perfectionné. De fait, un important fabricant de chaudières a déjà produit un système de condensation des gaz de cheminée adaptable aux chaudières existantes. On effectue au cours de l'hiver des essais sur le terrain de 10 unités, en vue de commercialiser ce produit le plus tôt possible. On mettra aussi au point un système de tirage induit adaptable aux chaudières existantes qui permettra des économies de combustible importantes et une réduction des besoins en air à un coût peu élevé.

On mène aussi des travaux en vue de déterminer d'autres possibilités d'amélioration du rendement des nouveaux systèmes et des systèmes existants. Ces travaux sont axés sur l'élimination du dispositif de dilution du tirage.

On cherche, en collaboration avec les grandes sociétés pétrolières, à préciser les effets des combustibles de qualité inférieure et à teneur élevée en composés aromatiques sur le rendement, en vue de laisser au marché du diesel une plus grande proportion des combustibles à distillat moyen.

On étudie les caractéristiques d'opacité de la fumée, de composition des gaz de cheminée, de température et d'allumage afin d'établir une corrélation avec les propriétés des combustibles. Jusqu'à présent, seize combustibles ont été étudiés. Les résultats portent à croire qu'il existe des liens étroits avec le rendement des brûleurs ainsi que les propriétés physiques et chimiques des combustibles eux-mêmes. En général, les combustibles à forte teneur en composés aromatiques produisent de plus grandes quantités de particules et d'hydrocarbures gazeux. Lorsque la teneur en composés aromatiques est supérieure à 70 %, l'allumage est difficile et s'accompagne d'un grondement et d'un battement. Les combustibles à viscosité élevée, particulièrement s'ils sont à forte teneur en composés aromatiques, présentent des effets similaires. En fait, le brûleur ne s'allume pas lorsque le combustible a une viscosité dépassant 4 cSt à 40°C et que sa teneur en composés aromatiques est élevée. Les combustibles de densité élevée ont tendance à produire de plus grandes quantités de $NO_x$. On tente maintenant d'isoler les effets de chacune des caractéristiques particulières.

Le CANMET réalise un programme de R-D détaillé sur les systèmes domestiques de chauffage au bois. Les essais sur le terrain ont montré que les poêles à bois à combustion lente, en particulier, lorsqu'ils sont bien conçus et placés dans un bon endroit, peuvent avoir des rendements supérieurs aux chaudières au mazout ou à gaz classiques, et constituent un système à énergie renouvelable d'installation assez rapide. La plupart des

modèles actuels, cependant, ne donnent pas une bonne combustion, particulièrement aux allures de chauffe faibles, ce qui suscite de fortes inquiétudes quant aux risques de pollution qu'ils présentent. Bien qu'ils se classent normalement parmi les appareils de chauffage d'utilisation courante les plus simples, les appareils à combustible solide se sont révélés les plus difficiles à évaluer au plan de l'efficacité et du rendement en matière d'émissions.

Une autre étude a été réalisée pour le compte de l'Association canadienne de l'électricité en vue de déterminer les problèmes éventuels associés à l'utilisation de chambres de répartition d'air dans les systèmes de chauffage au mazout. On a constaté que la détérioration des cheminées peut augmenter avec l'utilisation de chambres de répartition d'air. Lorsque le point de réglage de la température extérieure est bas, l'air humide de la maison peut monter dans la cheminée, se condenser et pénétrer dans le mortier, ce qui provoque sa détérioration. Dans le pire cas, le gainage de la cheminée peut s'effriter et bloquer le passage des gaz. Ce problème peut se produire dans des cheminées qui sont en bon état; les cheminées en mauvais état, qui sont nombreuses, sont encore plus exposées à ce problème et il faut les réparer avant d'installer une chambre de répartition d'air. On peut être confronté à un problème plus grave lorsqu'on adopte une méthode de régulation d'un type différent, consistant à utiliser pendant tout l'hiver un thermostat à deux niveaux de régulation. On peut alors créer des conditions de condensation continue lorsque le système au mazout chauffe sur une longueur de cycle réduite dans des températures ambiantes froides. Dans ces conditions, la cheminée peut se détériorer rapidement. Afin de réduire les risques de détérioration, on doit utiliser le système de chauffage au mazout pendant une période fixe à chaque jour de la saison de chauffage, par exemple entre 16 h et 19 h, afin d'assécher régulièrement la cheminée, et utiliser un point de réglage de la température extérieure bas le reste du temps. Cette façon de procéder pourrait même avoir pour effet de lisser la demande d'électricité, ce qui serait avantageux pour les services publics d'électricité.

## Stockage de l'énergie électrique

Le CANMET a continué d'appliquer sa compétence en science des matériaux en poursuivant des travaux de recherche internes visant à mettre au point la technologie nécessaire à la fabrication et à l'exploitation de divers électrolytes solides destinés à des systèmes de conversion et de stockage de l'énergie.

Au cours de la dernière année, on a poursuivi les travaux de mise au point et d'exploitation du béta-alumina sodique pour le stockage et la conversion de l'énergie. On a déterminé les propriétés électriques du béta-alumina monophasé théoriquement dense produit au cours de la période précédente par un procédé de séchage par pulvérisation, et on a étudié les effets de concentrations de plus en plus grandes de potassium sur le frittage, la microstructure et les propriétés électriques de ce produit. Les données initiales ont été publiées.

On a continué les travaux de mise au point de précurseurs frittés de sodium/potassium en mettant l'accent sur des procédés viables commercialement (plutôt que sur le procédé de cryodessication utilisé à l'origine). Malheureusement, il a été difficile de produire le matériau requis à l'aide des matières premières disponibles sur le marché et de procédés acceptables dans l'industrie. Un contrat a été passé avec l'Université McMaster qui a continué les travaux visant à produire ces matériaux à l'aide d'un procédé de séchage par pulvérisation en vue de les fritter jusqu'à une masse volumique théorique dépassant 98 % et à les transformer par échange ionique en solides conducteurs de protons.

Pendant la période, le contractant a réussi à produire de petits disques fortement conducteurs faits de l'un de ces matériaux sous la forme conducteur d'hydrogène et à démontrer son utilisation dans un électrolyseur fonctionnant à environ 100°C. On a déposé une demande de brevet pour le traitement du précurseur et sa conversion sous forme de conducteur d'hydrogène.

Le CANMET a continué d'effectuer et de financer des travaux de recherche sur d'autres électrolytes utilisés dans des dispositifs de conversion et de stockage de l'énergie électrique. Contrairement aux données publiées par d'autres, le CANMET a montré que les zirpsios frittés contiennent normalement un verre intergranulaire et qu'ils sont facilement décomposés par l'eau (l'exposition à l'air est suffisante) et le sodium liquide à 350°C, ce dernier empêchant les matériaux de déplacer le béta-alumina dans une batterie sodium-soufre classique. La dégradation est due à la dissolution préférentielle de la phase verre. Les corrélations entre le traitement et la dégradation subséquente en conditions de service ont été décrites dans des communications présentées à l'assemblé annuelle de la Canadian and American Ceramic Society; ces communications ont été publiées par la suite.

## Production d'hydrogène par photoélectrolyse

La recherche fondamentale et appliquée sur la production d'hydrogène à partir d'eau s'est poursuivie en 1983, en collaboration avec des contractants extérieurs et l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Le contrat accordé à la McGill Industrial Research a été achevé en 1983 et les essais préliminaires semblent très concluants. On a continué les travaux en vue d'élaborer des méthodes de prévention de la photocorrosion des semiconducteurs par contrôle cinétique du transfert de charge, par dépôt de catalyseurs en surface.

On continue par ailleurs de participer aux travaux de l'Activité VI de l'AIE sur la production d'hydrogène par électrolyse photocatalytique de l'eau à l'aide de l'éner-

gie solaire, étant donné que ce programme a été prolongé officiellement de deux autres années (1983-1984). Les travaux réalisés par le CANMET dans le cadre de ce projet ont été présentés à l'Activité VI de l'AIE et un document portant sur la contribution totale du CANMET à ce jour a été soumis en vue d'être présenté à la 5e Conférence mondiale sur l'énergie de l'hydrogène et d'être publié dans les actes de la conference.

## APPROVISIONNEMENT EN PÉTROLE

Le principal objectif de recherche du CANMET en matière d'approvisionnement en pétrole est de mettre au point de nouvelles techniques améliorées permettant de surmonter les difficultés que pose l'exploitation des ressources pétrolières canadiennes. Ces nouvelles techniques hausseraient considérablement les immenses réserves de pétrole lourd et de sables bitumineux de l'Ouest canadien. L'objectif est encore de mettre au point des techniques améliorées de conversion catalytique des asphaltènes en combustible liquide et d'élaborer des procédés d'amélioration permettant d'augmenter la production de combustible liquide pouvant être utilisé comme matière première dans les raffineries.

### Récupération du bitume et du pétrole lourd

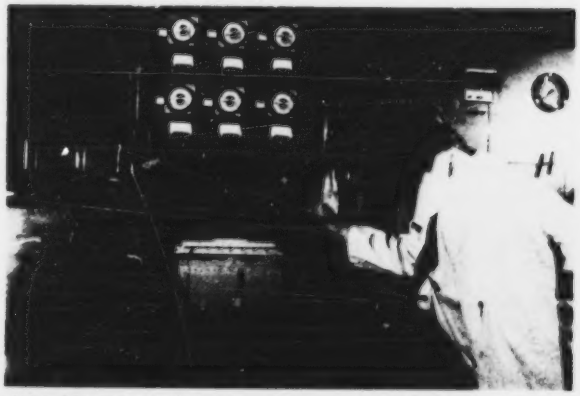
À ce jour, seuls les procédés basés sur l'exploitation minière ont connu du succès pour la production de pétrole brut synthétique à partir des sables de l'Athabasca qui renferment nos plus grandes réserves de pétrole lourd non classique. La commercialisation répandue de ces procédés, qui constituera un stimulant important pour toute l'économie canadienne, dépend fortement de la mise au point d'une nouvelle génération de techniques.

Il est essentiel de faire la démonstration de procédés d'extraction qui sauront stimuler l'économie du pays, protéger l'environnement et être compatibles avec les procédés d'amélioration à l'hydrogène. Conscient de cette priorité, EMR participe à la phase IV de l'étude de faisabilité menée par l'AOSTRA et l'industrie sur l'établissement en Alberta d'un centre de démonstration des sables pétrolifères, étude qu'il finance à 25 %. Une décision relative à la conception technique, aux approvisionnements et à la construction pourrait être prise d'ici la fin de 1984.

Le succès obtenu dans les projets pilotes et commerciaux in situ dans l'Ouest canadien, y compris les grands réservoirs de Lloydminster, Cold Lake, Wabasca et Peace River, est encourageant. Les procédés thermiques in situ offrent maintenant des possibilités réelles de compenser entièrement la diminution de la production de pétrole classique dans l'Ouest canadien. Le principal mandat de l'AOSTRA et de l'industrie est la récupération in situ du pétrole. Cependant, la présence d'EMR permet de mieux équilibrer la R-D et de perfectionner les compétences canadiennes, par le biais surtout de contrats et de projets réalisés en coopération.

McCallum Stewart and Associates ont terminé une évaluation générale des réservoirs de pétrole lourd profonds de l'Ouest canadien et ont effectué des études détaillées de deux réservoirs en Alberta et de deux autres en Saskatchewan qui pourraient être choisis pour la démonstration de l'utilisation d'un générateur de vapeur descendu dans le puits.

La firme Winestock Petroleum Consultants a terminé une étude des problèmes, attraits et priorités associés à la récupération accrue du pétrole lourd, qui fait autorité. Ses auteurs recommandent expressément l'amélioration de l'efficacité du balayage des réservoirs. L'étude est un complément des travaux de sélection des agents de blocage et de déviation réalisés par l'U.S. Department of Energy dans le cadre d'un protocole d'entente Canada É.-U. pour des recherches bilatérales sur le bitume et le pétrole lourd. Des travaux de recherche complémentaires basés sur les recommandations de la société Winestock sont prévus.



*John Margeson règle la soupape d'une installation expérimentale utilisée pour l'étude de la récupération du bitume des sables asphaltiques d'Athabasca*

On a commencé des contrats pour des études de la thermodynamique, de la cinétique et des problèmes associés à l'utilisation de l'oxydation par voie sèche pour la génération de vapeur à partir d'eau non traitée et de combustibles auxiliaires bon marché; la modélisation physique à basse pression de procédés de génération de vapeur in situ dans les réservoirs complexes; et la mise au point de méthodes nouvelles de modélisation numérique de la récupération à la vapeur du pétrole lourd in situ.

### Amélioration du bitume et du pétrole lourd (hydrocraquage)

Dans le cadre de ce projet, on a effectué au total huit essais en usine pilote, d'une durée de 30 jours chacun, pour confirmer la conception de l'usine de démonstration qui est en construction à Montréal. On a utilisé pour ces essais le Blend 24, une nouvelle matière première possible pour l'usine de démonstration et qui est un pétrole lourd du Venezuela. On a aussi effectué une série de cinq essais en ajoutant à cette nouvelle matière première des additifs de concentrations et de composi-

tions différentes. Bien que le Blend 24 se soit révélé l'un des produits les plus difficiles à traiter à ce jour, on a réussi à déterminer des conditions satisfaisantes permettant une exploitation à long terme sans problème.

*Le technologue R.W. Beer fait l'inspection d'une usine pilote servant à améliorer les procédés de valorisation du bitume et de l'huile lourde*

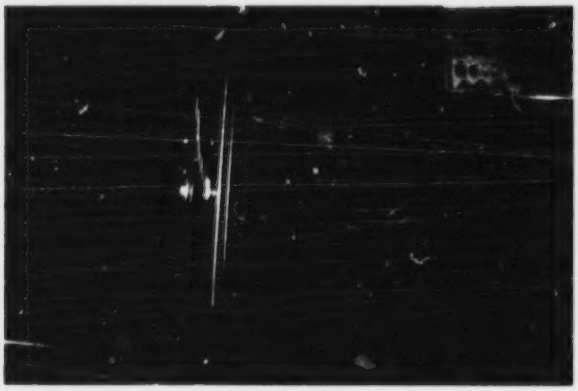
Afin d'évaluer l'effet du recyclage du gasoil lourd sur l'exploitabilité du procédé, on a effectué une expérience en usine pilote en utilisant un mélange de Blend 24 et de gasoil lourd. La technique semble prometteuse, mais l'évaluation finale ne pourra se faire qu'après l'analyse d'un essai de comparaison.

Par souci d'économie, Petro-Canada a envisagé l'élimination du système de recyclage de l'hydrogène de l'usine de démonstration actuellement en construction. Afin d'évaluer l'effet de cette mesure sur le procédé, on a effectué un essai en usine pilote à la concentration en hydrogène recyclé la plus faible prévue en l'absence d'un système de purification de l'hydrogène dans l'usine de démonstration. En se basant sur les résultats de cet essai, on a recommandé de doter l'usine de démonstration d'un système de lavage de l'hydrogène.

On a terminé une série d'expériences dans des réacteurs à agitation continue en vue d'évaluer l'effet de la vitesse spatiale sur la stabilité thermique du procédé d'hydrocraquage. Au cours de ces essais, on a également effectué une étude de la distribution des temps de séjour.

On a terminé une série d'expériences d'optimisation des additifs dans l'autoclave et on réalise actuellement des programmes d'expériences en vue d'évaluer les additifs nouveaux et les additifs modifiés ainsi que les possibilités de traitement de matières premières. Le programme d'évaluation des additifs a permis de définir de nouvelles techniques d'amélioration des additifs qui continueront d'être étudiées en 1984-1985.

Le CANMET a participé à une étude de modélisation de son réacteur d'hydrocraquage avec Petro-Canada, Lavalin et EMR. Il a aussi terminé une étude interne de simulation sur ordinateur du profil de la concentration des solides dans un système varsol-air-perles de verre.



*Le technologue C.A.W. McNabb met en marche une unité de distillation à parcours de temps limité servant à la séparation des produits provenant de l'usine pilote d'hydrocraquage du CANMET*

On effectue présentement des études de spectroscopie et de mécanique du procédé d'hydrocraquage, et on a réalisé la caractérisation microscopique et spectroscopique détaillée des additifs et des solides du réacteur dans le cadre du programme de l'usine pilote et de l'autoclave. Les résultats de ces études sont inestimables pour l'évaluation des facteurs qui influent sur l'activité des additifs et sur les mécanismes de formation et d'inhibition du coke.

*Cet hydrocraqueur fonctionnant en deux modes sert à la vérification et à la mise au point de catalyseurs pour l'hydrotraitement des distillats du pétrole synthétique*

Comme volet de l'évaluation des facteurs qui influent sur la formation du coke, on a entrepris un programme d'expériences interne ayant trait aux effets de l'oxydation du charbon sur l'inhibition du coke des additifs, et on a établi une corrélation préliminaire entre l'hydrogénation des asphaltènes et la cokéfaction.

On a travaillé, dans le cadre d'une entente de coopération avec Petro-Canada, à faciliter la commercialisation du procédé d'hydrocracage du CANMET. On a évalué deux matières premières en établissant la "tendance à la cokéfaction du système" à l'aide d'une méthode brevetée mise au point par les chercheurs du CANMET. Les résultats sont présentés dans un rapport confidentiel.

La Section de l'hydrotraitement catalytique est chargée de la préparation des additifs du CANMET destinés aux évaluations et aux essais dans l'usine pilote. Douze lots d'additifs ont été préparés au cours de l'année. La préparation des additifs, étant donné qu'elle comprend des opérations d'une durée de plusieurs jours, a nécessité des travaux considérables de planification et d'organisation auxquels ont participé des membres de différentes sections de la division.

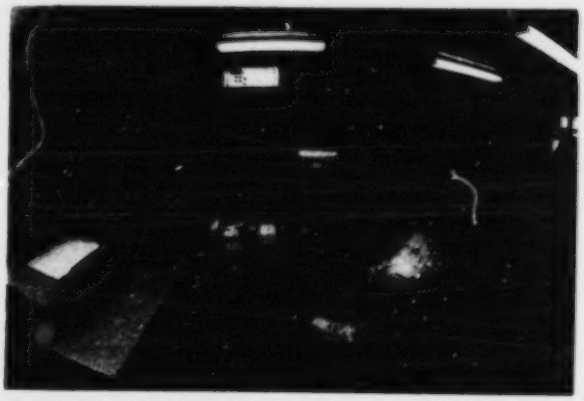
Les travaux donnés à contrat en vue de contribuer au procédé d'hydrocraquage du CANMET comprenaient des études dans les domaines de la modélisation du froid et de l'écoulement à trois phases, de la densitométrie gamma, de la cinétique de la formation du coke et de l'influence de l'oxydation du charbon sur l'activité des additifs.

## Amélioration du bitume et du pétrole lourd (procédés nouveaux)

Le CANMET a continué de travailler à la mise au point d'un catalyseur de transformation de matières premières lourdes provenant de sources classiques et non classiques en matières premières de raffinerie plus acceptables. Un résultat de ces travaux serait la réduction de la viscosité du bitume et du pétrole lourd à des niveaux compatibles avec les normes applicables aux conduites classiques.

Les travaux effectués au cours de l'année ont conduit à la mise au point et au perfectionnement d'une méthode de préparation de supports de catalyseurs ayant une vaste gamme de structures de pores et de distributions des dimensions des pores. On a préparé plusieurs catalyseurs à partir de ces supports spéciaux. Tous ces catalyseurs avaient des pores de grand diamètre et permettaient par conséquent d'avoir accès à de grosses molécules d'hydrocarbures, par exemple les asphaltènes. On a obtenu des données expérimentales sur l'efficacité de ces catalyseurs dans la conversion des asphaltènes contenus dans le bitume d'Athabasca en espèces de poids moléculaires inférieurs et on les a évaluées en vue de déterminer une structure de pores optimale pour la conversion des asphaltènes.

On prévoit qu'à l'avenir les procédés d'hydrocraquage seront utilisés pour améliorer les pétroles lourds et les bitumes. Ces procédés donneront de 5 à 10 % de brai inaltéré. En vue d'utiliser ce produit, on a effectué des essais pour le convertir en produit utile par pyrolyse catalytique suivie d'une gazéification catalytique du produit de carbonisation restant, ces deux opérations étant réalisées dans des réacteurs à lit fluidisé. Les résultats obtenus indiquent qu'on peut produire à partir du brai environ 30 % de produits liquides à faible teneur en soufre et 6 % de gaz (surtout du méthane). Les principales difficultés ont été l'alimentation du réacteur en brai fondu et l'agglomération du produit du lit (catalyseur) avec le brai collant. Pour l'instant, les essais sont limités à l'alimentation en brai solide qui est dilué avec un catalyseur suivant un rapport brai/catalyseur plutôt faible.



*E.J. Anthony, D. Sc., utilise le système de saisie de données automatisé et la banque d'analyse de l'installation expérimentale de combustion en lit fluidisé*

## Amélioration des pétroles bruts synthétiques pour la production de carburants

On a entrepris des études sur la possibilité d'utiliser des résidus de traitement réfractaires (brais), par exemple ceux provenant du procédé d'hydrocraquage du CANMET, pour la production de bitumes routiers. L'utilisation de ces résidus de traitement a hors de tout doute un effet appréciable sur la viabilité commerciale de toute exploitation de production de pétrole brut synthétique sans formation de coke, comme le procédé d'hydrocraquage du CANMET. On a étudié la qualité de bitumes routiers contenant diverses quantités de brai provenant de traitement à différents niveaux de conversion.

À ces travaux sur le mélange de brais avec l'huile de base pour bitume routier s'ajoutent des études fondamentales des constituants individuels des brais et des mélanges de bitumes ainsi que des corrélations entre les concentrations des divers constituants et les propriétés du bitume. Ces travaux permettront d'ajuster les mélanges de brais et d'huile de base de façon à obtenir les propriétés désirées du bitume résultant. Des ententes ont été conclues en vue d'effectuer, à la société pétrolière TOTAL de France, d'autres études sur les bitumes routiers.

Au CANMET, on effectue présentement des études sur l'utilisation de sorbants pour éliminer les constituants azotés et sulfurés qui déactivent le catalyseur dans les pétroles bruts synthétiques. L'élimination économique de ces constituants préviendrait ou réduirait la nécessité de l'hydrotraitement et permettrait d'utiliser des catalyseurs d'hydrogénation actifs à de plus basses températures, qui sont plus propices, du point de vue thermodynamique, à l'hydrogénation que les températures élevées requises avec les catalyseurs classiques. On a étudié la possibilité d'utiliser divers minéraux sulfurés, des résidus de mine, de l'ilménite halogénée et des zéolites pour l'élimination des constituants azotés. On a trouvé que les minéraux sulfurés et les résidus de mine n'avaient pas une capacité suffisante pour justifier

une étude plus poussée, mais l'ilménite halogénée présentait certaines propriétés intéressantes.

L'approche adoptée pour la recherche interne sur la séparation des hydrocarbures saturés et aromatiques consiste à étudier la possibilité d'obtenir les séparations desirées par osmose inverse. Ce travail complexe en est encore à ses débuts, et au cours de l'année, on a dû consacrer des efforts considérables pour faire des ajouts et améliorer les installations requises.

L'hydrotraitement de distillats moyens de pétrole brut synthétique provenant du bitume d'Athabasca cokéifié fluide a été effectué à l'aide d'un catalyseur au nickel-tungstène sulfuré sur support d'alumine mis en circuit avec des appareils d'hydrotraitement d'une usine semi-pilote. On a produit des combustibles diesels conformes aux spécifications en ajoutant plus d'hydrogène afin de saturer les composés aromatiques en concentrations excessives. On a effectué des analyses de composition des matières premières et des produits par spectrométrie de masse à faible résolution et on a déterminé la teneur en carbone aromatique en utilisant la RMN du carbone 13. Par ce procédé, on a surveillé les effets de la température d'hydrotraitement et de la vitesse spatiale liquide horaire sur la conversion des composés aromatiques. On a observé les différences de réactivité, y compris les effets d'équilibre thermodynamique et de craquage, pour différents composés aromatiques. Des essais de moteurs ont permis de déterminer la relation entre la teneur en composés aromatiques et l'indice de cétane des produits obtenus. On a comparé les résultats avec les résultats publiés précédemment pour les distillats de la cokéfaction différée.

## Matériaux pour la production et le traitement

Le CANMET a poursuivi ses travaux sur la prévision de la charge et des besoins d'énergie pour le profilage de plaques à section épaisse. On a aussi terminé un contrat de définition des méthodes de soudage permettant de prévenir la fissuration du métal d'apport dans des soudures en acier au Cr/Mo à section épaisse.

On a poursuivi les travaux à contrat sur une étude de base de l'effet des paramètres du procédé de soudage sur la microstructure et les propriétés mécaniques des soudures produites à l'aide des procédés de soudage MIG et de soudage à fente étroite avec électrode fourrée. Les travaux sur la mise au point de méthodes d'essais non destructifs en vue de caractériser les défauts dans les soudures à section épaisse ont progressé; dans des travaux à contrat, on a assemblé un système ultrasonique et un système d'émission acoustique qui feront l'objet d'essais en atelier au cours de la prochaine année financière.

On a effectué, dans les laboratoires du CANMET, des études en vue de déterminer l'effet de différents facteurs environnementaux sur le rendement en service des matériaux utilisés pour les récipients sous pression. Les travaux actuels sont axés sur l'évaluation du degré de fragilité de revenu du métal d'apport. On a préparé une série de soudures par le procédé de soudage à fente étroite à arc submergé en utilisant une gamme de fils à souder et de flux de soudage disponibles actuellement. D'après les résultats initiaux, la diminution de résistance à l'entaille attribuée à la fragilité de revenu était de l'ordre d'une augmentation de 20°C de la température de transition de Charpy. On a étudié le phénomène de décollage dû à l'hydrogène dans les soudures en acier inoxydable réalisées par rechargement en simulant dans un autoclave les conditions d'utilisation du récipient en présence d'hydrogène à pression et à température élevées. On a étudié, par procédé métallographique, la morphologie des fissures associées au décollage, et on a élaboré un modèle simple sur ordinateur du profil de l'hydrogène pendant le traitement dans l'autoclave et le refroidissement subséquent. On a fait quelques suggestions concernant la fabrication par rechargement et les conditions de mise hors de service des récipients sous pression afin de réduire le problème du décollage. Les travaux futurs porteront sur l'amélioration des conditions d'interface par le procédé de rechargement.

L'épuisement des réserves de pétrole classique et l'escalade des prix feront que le pétrole lourd constituera hors de tout doute l'une des ressources importantes qui permettront de répondre à nos besoins énergétiques futurs grandissants. C'est pourquoi on a entrepris une étude de matériaux en vue de faciliter le traitement des sables bitumineux.

On a effectué des essais en laboratoire en utilisant de l'acier doux et de l'acier inoxydable de type 304 afin de déterminer les vitesses d'usure dans des bouillies de sable bitumineux simulées, à la pression atmosphérique et à des températures comprises entre 40 et 90°C, en présence et en absence d'air. Les calculs ont été effectués en termes de compatibilité avec un modèle mathématique qui permet de séparer les vitesses de corrosion et d'érosion à partir des différences de leur variation avec les vitesses d'essai. Pour réaliser le soudage d'aciers de section épaisse destinés par exemple à des cuves de réacteur à paroi épaisse et à des ouvrages marins, il faut mettre au point des procédés de soudage à fente étroite afin de réduire le volume de métal d'apport et d'améliorer la productivité.

Dans le cadre de contrats accordés à l'extérieur, deux importants ateliers de fabrication industrielle travaillent présentement à la mise au point de procédés de soudage à fente étroite. On a mis en service des systèmes de soudage à fente étroite à arc submergé, et on met présentement au point des procédés de soudage en vue d'assembler des aciers au Cr/Mo d'une épaisseur allant jusqu'à 200 mm. La phase finale de ce travail sera l'assemblage de sections courbes représentatives de récipients sous pression à paroi épaisse. Les soudures à fente étroite doivent répondre aux critères rigoureux de résistance à l'entaille requis par l'industrie pétrochimique.

Les travaux internes réalisés dans le cadre de ce projet ont porté sur l'évaluation des microstructures et des propriétés mécaniques associées de soudures à section épaisse d'aciers au Cr/Mo réalisées par le procédé de soudage à fente étroite à l'arc submergé à l'aide d'un générateur d'ondes carrées. Des neuf combinaisons de fils et flux consommables qui ont été évaluées, environ 50 % ont permis de réaliser des soudures qui satisfaisaient à une exigence de ténacité de 40 J et −40°C.

## Matériaux pour les oléoducs, les gazoducs et les ouvrages en mer

La mise au point d'aciers faiblement alliés très résistants destinés aux conduites est un processus évolutif, et il y a une demande continue pour des alliages moins riches, des tôles plus épaisses, des résistances élevées et une plus grande ténacité.

Actuellement, les fabricants canadiens ne peuvent pas produire de conduites de grand diamètre avec des aciers de nuance supérieure à la nuance 483. Un traitement qui permettra éventuellement d'obtenir de grandes résistances pour une composition d'acier donnée est le refroidissement accéléré en circuit. On a réalisé six séquences de laminage en conditions contrôlées d'un acier du commerce au Mn-Nb-Ti-Mo en utilisant une plage donnée de températures de finissage-laminage, et en effectuant ensuite un refroidissement à l'air ou une trempe à des vitesses simulant le refroidissement accéléré en circuit. Le refroidissement accéléré était assez rapide pour donner une microstructure mixte ferrite-ferrite aciculaire à grains fins. Les structures obtenues étaient plus uniformes et moins liées que les structures obtenues par refroidissement à l'air. D'après les essais de dilatométrie, des vitesses de refroidissement supérieures aux vitesses de 4-6°C/s utilisées ont été nécessaires pour obtenir une microstructure de ferrite aciculaire uniquement. On a démontré, par métallographie électronique, que le refroidissement accéléré accroît la résistance substructurale mais réduit la résistance de précipitation. La simulation du refroidissement accéléré en circuit a permis d'obtenir une augmentation appréciable de la résistance sans qu'il y ait variation importante de la ductilité de traction. Bien qu'ils aient été incomplets, les essais au choc ont montré un accroissement de la ténacité et une réduction des séparations de surface par rupture. On a obtenu une combinaison optimale de la résistance et de la ténacité pour une séquence ayant une température de finissage-laminage juste au-dessus de $AR_3$. Afin d'accroître la capacité du laboratoire à évaluer les possibilités offertes par le refroidissement accéléré en circuit, on a conçu une installation à petite échelle pour le laminoir des LRMP.

La précipitation des carbonitrures de Nb, de V ou des deux constitue un important mécanisme de renforcement dans les aciers micro-alliés. Afin de déterminer de quelle façon les différents paramètres de traitement peuvent influer sur la précipitation et les propriétés mécaniques résultantes, on a utilisé un dilatomètre de trempe pour effectuer des simulations simples du laminage. En prenant la dureté comme mesure des propriétés mécaniques, on a trouvé que la vitesse de refroidissement produisait les effets les plus marqués, la température de déformation et la température de refroidissement étant moins importantes. On détermine maintenant la taille et la distribution des précipités au moyen de la microscopie électronique par transmission.

Les travaux précédents effectués sur le laminoir du CANMET concernant l'élaboration de la microstructure pendant le dégrossissage ont fait ressortir l'importance de l'accumulation de déformation pendant plusieurs passes légères. Bien qu'une structure mixte de grains recristallisés et non recristallisés ait persisté pendant le laminage, il y a eu un affinage progressif du grain austénitique. On a comparé ces résultats avec les résultats obtenus lors de séquences de déformation à une seule passe réalisées avec un dilatomètre de trempe. On a recueilli des données sur le temps de recristallisation statique et la dimension des grains recristallisés en fonction de la dimension initiale des grains, de la déformation et de la température. On a obtenu des dimensions de grains finales similaires après une passe avec déformation de 50 % et dans des essais sur laminoir dans lesquels on a réalisé une déformation totale de 50 % en effectuant des passes multiples.

Dans les travaux de recherche effectués à contrat à l'Université McGill, on a déterminé les vitesses de recristallisation pendant et après le façonnage à chaud dans un acier micro-allié contenant de 0,05 % à 0,25 % de Ti. On a écrit un programme informatique, en utilisant les coefficients d'interaction de micro-alliage, qui permet de prévoir les solubilités et l'ordre de précipitation de composés micro-alliés dans des conditions spécifiques de façonnage à chaud. Les vitesses de recristallisation déterminées précédemment dans ces travaux de recherche à contrat pour les aciers avec des additions micro-alliées simples, binaires et ternaires de Nb, Mo et V ont été mises en corrélation et interprétées en fonction de la composition de micro-alliage et de la conception des procédés de laminage en conditions contrôlées.

Dans le cadre d'un contrat de trois ans accordé à l'Université McMaster, on a déterminé la distribution et la composition chimique de précipités dans des conduites contenant du Ti, à l'aide de la microscopie électronique par balayage et transmission à haute résolution. Les premiers travaux ont montré que les paramètres de traitement pendant le coulage, le laminage et le soudage avaient des effets importants sur les caractéristiques finales des précipités. On a récemment fait des essais sur un modèle de compartimentage de Nb et Ti dépendant du procédé de solidification, en vue d'examiner des brames coulées en continu en différents points qui ont été refroidis à des vitesses connues. D'après la prévision basée sur le modèle, les précipités de la cou-

che la plus externe présentaient des différences appréciables et ceux du centre de la brame étaient corrects. Certains progrès ont aussi été réalisés dans l'interprétation des spectres de perte d'énergie en vue de déterminer les teneurs en carbone et en azote des précipités.

Pendant la construction, une conduite peut subir des dommages mécaniques sous forme d'enfoncements et de blessures causés par les roches et les débris dans la tranchée ou par contact avec le matériel de construction. Les recherches visent à déterminer comment les dommages influent sur les caractéristiques de rupture et à déterminer jusqu'à quel point ils peuvent être tolérés. Les premiers travaux ont porté sur le décalage des enfoncements, les travaux actuels sont axés sur les blessures et les combinaisons blessure-enfoncement. Des échantillons de conduite sur lesquels on a réalisé des blessures afin de simuler des éraflures ont été soumis à des essais sous pression; tous les échantillons ont présenté des ruptures qui ont pris naissance à la blessure. On a comparé les résultats avec les modèles de rupture existants, et on a élaboré un nouveau modèle en tenant compte des contraintes de déformation plastique. On peut utiliser ce modèle comme première approximation en vue de déterminer la pression d'exploitation sûre d'une conduite présentant une blessure. On prépare actuellement des échantillons de conduite présentant une blessure dans un enfoncement.

Une fois mises en service, les conduites sont soumises à deux types d'attaque électrochimique susceptibles d'entraîner des défaillances. L'attaque interne par l'hydrogène peut résulter du transport de pétrole ou de gaz corrosif (contenant du $H_2S$). L'attaque externe peut être due à des substances corrosives contenues dans le sol et se produire aux points de défaillance du revêtement de la conduite.

À mesure que les réserves de pétrole et de gaz non corrosifs diminuent et qu'on exploite un grand nombre de puits corrosifs, l'attaque par l'$H_2S$ prend de plus en plus d'importance. Au cours des dernières années, des ruptures coûteuses dues au $H_2S$ se sont produites dans l'Ouest canadien. Conscient du problème, on a entrepris, en collaboration avec l'industrie, qui en partage les coûts, des travaux de recherche aux LRMP qui en sont maintenant à leur troisième et dernière année. On a étudié deux formes de fissuration provoquée par l'$H_2S$: la fissuration sous tension (SSC) et la fissuration en gradins (SWC). On a évalué, à l'aide des méthodes d'essai normalisées NACE, la tendance à la fissuration sous tension et à la fissuration en gradins de neuf gazoducs couvrant les nuances 290-483. Les données obtenues sur la corrosion en gradins d'éprouvettes non contraintes ne permettent pas de prévoir de manière fiable le comportement des conduites de produits corrosifs sous tension, étant donné que certains aciers se sont rompus par des mécanismes de corrosion intergranulaire ou de clivage indépendants de la corrosion en gradins. Cependant, d'autres aciers, surtout les aciers présentant des inclusions allongées, se sont apparemment rompus sous tension par un mécanisme de fissuration en gradins. L'essai normalisé de fissuration sous tension permet en principe de prévoir le comportement de conduites de produits corrosifs sous tension, quelles que soient les particularités du mécanisme de rupture. On a fait des mesures précises suivant deux directions en vue de caractériser les inclusions dans les aciers et on a fait des corrélations avec les mesures de la longueur des fissures réalisées dans les essais de fissuration en gradins.

De nombreuses conduites canadiennes sont rendues aux dernières phases de leur durée prévue. À mesure que les conduites vieillissent, les revêtements se détériorent et la protection cathodique peut perdre de son efficacité. Ce processus conduit à une rupture éventuelle résultant de la fissuration par corrosion sous tension. On vient de terminer des comparaisons de la tendance à la fissuration par corrosion sous tension d'échantillons de deux nuances d'aciers pour conduites provenant de différents endroits. On a fait ces comparaisons en se basant sur des essais de déformation lente en présence de $CO_3/HCO_3$. On peut tirer les conclusions suivantes: (i) l'acier de nuance 483 a une plus forte tendance à la fissuration par corrosion sous tension que l'acier de nuance 414, le métal d'apport étant plus vulnérable que la zone influencée thermiquement et que le métal de base, (ii) un mécanisme de dissolution anodique — fragilisation par l'hydrogène entre en jeu en présence de $CO_3/HCO_3$, avec une probabilité maximale aux potentiels voisins du potentiel passif primaire, et (iii) les vitesses de propagation des fissures types sont d'environ $10^{-6}$6mm/s.

À mesure que les puits peu profonds de gaz et de pétrole non corrosifs s'épuisent, on a besoin de matériel tubulaire en acier de meilleure qualité pour exploiter les nouveaux puits profonds qui présentent des conditions plus hostiles.

On a commencé des travaux en vue de mettre au point et d'évaluer des matériaux et des techniques de traitement pour la production de ce matériel tubulaire de l'industrie pétrolière. De plus, on a commencé des essais préliminaires de fissuration sous contrainte en présence de sulfure portant sur trois aciers de nuance 621.

Les contraintes dans une conduite peuvent varier en raison de déplacements du sol qui la supporte ou de variations d'épaisseur de la paroi, par exemple par corrosion généralisée. La surveillance périodique des variations de contraintes dans une conduite permet de détecter les concentrations de contraintes avant la rupture.

Le CANMET et l'IGM/CNRC financent conjointement des travaux de recherche menés à l'Université Queen's et dont le but est l'établissement d'une corrélation entre les mesures magnétiques et la tension. On a élaboré une théorie unifiée de l'hystérésis ferromagnétique.

L'interprétation des mesures magnétiques est rendue plus complexe en raison de la présence d'un cycle de contraintes mécaniques qui déplace la magnétisation vers la magnétisation anhystéritique (qui dépend aussi faiblement des contraintes). Les travaux actuels sont axés sur le perfectionnement et l'application de cette théorie en vue de tenir compte des effets du temps et de la pression et de détecter les variations de contraintes résultant de la corrosion généralisée simulée.

Les travaux précédents ont permis de déterminer que la zone à gros grains influencée thermiquement d'une soudure réalisée à la molette sur une conduite est une zone de faible ténacité. Deux contrats visent à étudier ce problème.

Dans le premier, on a étudié les facteurs de base dont dépend la ténacité des microstructures bainitiques grossières qui caractérisent une zone à gros grains influencée thermiquement, en accordant une importance particulière au rôle du niobium.

Dans le deuxième, qui vient tout juste de commencer, on essaiera de réduire l'apport de chaleur globale en réalisant une soudure à la molette à l'aide d'une combinaison des procédés de soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode fusible et de soudage à l'arc submergé.

Un autre aspect de ce projet a été le problème associé à la production fiable de raccords de conduites de grand diamètre de nuance 414 et plus. Les travaux terminés récemment ont montré qu'on ne peut pas obtenir simultanément une résistance et une ténacité adéquates du métal d'apport lorsqu'on utilise le procédé normalisé d'élimination des contraintes. Dans un projet réalisé en collaboration avec un fabricant de raccords, on a choisi les produits auxiliaires de soudage et les conditions de traitement convenant à un procédé de trempe et revenu. On a jusqu'à maintenant réalisé des soudures préliminaires.

On étudiera les effets de la composition des produits auxiliaires de soudage et du type de joint (contrainte) sur la ténacité du métal d'apport pour les procédés de soudage à l'arc métallique avec électrode enrobée, de soudage à l'arc avec électrode fourrée et de soudage à l'arc submergé. On a commencé récemment le travail expérimental en vue d'évaluer les produits auxiliaires actuellement offerts par plusieurs fabricants pour chaque procédé. Une partie de ce travail est effectuée à contrat (soudage à l'arc métallique avec électrode enrobée et soudage à l'arc avec électrode fourrée).

On a conçu et fabriqué un ensemble de jauges à attaches spéciales pour fermer les fissures de fatigue ainsi qu'un ensemble de pinces pour échantillons. On a réalisé une série de soudures d'essai afin de choisir le type de joint et le procédé de soudage adéquats. On a finalisé la conception de l'échantillon et préparé une série de dessins. Il faut effectuer d'autres essais de soudage suivis de mesures des contraintes résiduelles réalisées à l'aide d'un extensiomètre avant de pouvoir fabriquer des échantillons d'essai de fatigue réelle.

On a terminé l'étude des effets de la température de l'eau de mer sur la vitesse de croissance des fissures de fatigue par corrosion. D'après l'analyse des résultats expérimentaux des LRMP et de tous les résultats obtenus des autres laboratoires, les vitesses de croissance des fissures par fatigue dans l'eau de mer froide (0°C) sont presque deux fois plus faibles qu'à température ambiante. Par conséquent, les dommages par fatigue dans les ouvrages en mer s'accumuleront beaucoup plus lentement dans les mers froides que dans les mers chaudes.

Les trois systèmes d'essai de fatigue (capacités de 100, 250 et 500 kN) des joints en T soudés du nouveau laboratoire de fatigue par corrosion ont été mis en service et utilisés pour six premiers joints (23 mm d'épaisseur). On a étalonné les instruments de potentiel alternatif pour la surveillance de la croissance des fissures.

On a déterminé les facteurs de concentration des contraintes et d'intensité des contraintes pour les fissures du bord de la soudure dans un joint en T de plaque pour diverses géométries de soudage et modes de chargement, en effectuant une analyse par éléments finis. On a trouvé des solutions pour les fissures de surface tridimensionnelles. On utilisera les solutions dans l'analyse des données expérimentales des LRMP, et finalement dans la mise au point de méthodes de prévision de la durée résiduelle de structures paillées, basées sur la mécanique des ruptures.

On a déterminé la distribution des contraintes et le facteur de concentration des contraintes dans un joint tubulaire en T soumis à une charge axiale et à une flexion dans le plan. On procède actuellement à l'analyse de la redistribution des contraintes en présence de fissures.

## Conversion du gaz naturel en combustibles liquides

Le Canada répond à ses propres besoins en gaz naturel et en possède de grandes quantités excédentaires. Le gaz naturel peut être transformé en gaz de synthèse (qui peut aussi être produit par gazéification du charbon et de la biomasse) à l'aide de techniques bien établies, et ce gaz peut à son tour être converti en combustibles liquides à l'aide du procédé Fischer-Tropsch (FT). Le procédé FT classique donne des produits ayant une vaste gamme de points d'ébullition. En général, les objectifs du CANMET sont de mettre au point des catalyseurs FT avec une sélectivité accrue des produits en vue de produire du combustible diesel de grande qualité à partir du gaz naturel de façon à réduire la dépendance du Canada par rapport au pétrole brut importé et à établir un mélange de matières premières pour les liquides distillés pauvres en hydrogène. On a continué la première phase de ce projet en 1983-1984. On a terminé la conception d'un système d'écoulement haute pression entièrement automatisé avec un réacteur à lit fixe à l'échelle de micro-usine commandé par un four unique informatisé à six zones et avec option d'échantil-

lonnage des produits en circuit. De plus, tout le matériel et les accessoires requis à cette phase ont été achetés.

Dans le domaine de la conversion directe du méthane ou du gaz naturel en hydrocarbures de la plage de distillation de l'essence ou du diesel, on a effectué des études de pyrolyse thermique d'alumine de grande pureté dans un réacteur à écoulement tubulaire.

On a travaillé à la conversion du méthane en liquides par le procédé intermédiaire à l'acétylène. Bien que l'acétylène ait été produit commercialement par pyrolyse du gaz naturel, le SNC effectue présentement une étude de faisabilité techno-économique de cette conversion à une échelle beaucoup plus grande, dans le cadre d'un contrat dont les coûts sont partagés également. On a aussi entrepris des travaux internes sur la préparation et l'essai de catalyseurs pour la conversion de l'acétylène en hydrocarbures liquides.

# TECHNOLOGIE DU CHARBON

## Évaluation des réserves de charbon

Les réserves de charbon du Canada sont importantes mais la qualité du charbon étant hautement variable, des études exhaustives sont nécessaires pour déterminer la qualité des différents gîtes. La concurrence sur les marchés d'exportation qui se fait de plus en plus grande, surtout en bordure du Pacifique, nous impose de mieux connaître au plus tôt ces ressources. Les charbons canadiens diffèrent des charbons européens, américains et australiens par leur structure physique et chimique ainsi que par leur origine géologique. Il importe donc particulièrement d'étudier leurs caractéristiques afin de garantir leur avenir.

Des données collectées auprès de toutes les grandes sociétés minières canadiennes et auprès d'organismes de réglementation provinciaux ont été rassemblées dans le rapport "Exploitation des houillères au Canada". Ce rapport contient des données sur la production et une description des gisements canadiens de charbon récupérable. Des données détaillées sur la productivité, recueillies dans la plupart des mines de charbon en exploitation, permettront une première évaluation de la productivité canadienne, qui sera ensuite comparée avec celle d'autres pays grands producteurs de charbon.

Les chercheurs ont aussi continué de participer activement aux travaux d'évaluation des réserves, avec l'industrie et d'autres organismes fédéraux et provinciaux. La collaboration soutenue entre les laboratoires d'analyse d'Ottawa et de Sidney (Nouvelle-Écosse) et les ministères provinciaux des ressources, dans le cadre des accords fédéraux-provinciaux de mise en valeur, ont permis d'élargir davantage la base de données nationale sur la qualité des charbons. Les chercheurs ont étudié de nouvelles techniques de dosage des éléments mineurs et en trace et ont participé aux travaux de comités de rédaction de normes nationales et internationales de qualité du charbon. Dans le cadre d'un programme d'évaluation de charbons du commerce, des chercheurs se sont procuré et ont analysé des échantillons de ces charbons et ont préparé un supplément au "Répertoire des analyses des charbons commerciaux canadiens".

## Extraction du charbon

C'est surtout en Europe et aux États-Unis que la technologie de l'extraction du charbon est la plus perfectionnée. Le transfert de cette technologie pourrait faire augmenter rapidement et économiquement la productivité de l'industrie canadienne. Cependant, pour que ce transfert soit efficace, il faut modifier la technologie pour l'adapter aux conditions géologiques locales et au contexte industriel canadien, compte tenu de la réglementation canadienne ainsi que des facteurs socio-économiques. La démonstration de la technologie dans des conditions d'exploitation réelles, par le biais de projets à frais partagés, est l'un des moyens de garantir le succès de ce transfert.

Le lieu où se fera la démonstration de l'exploitation par longue taille dans une couche de charbon de montagne, dans l'Ouest, a été choisi et l'étude technique de la démonstration a été faite. Néanmoins, il a été impossible de trouver un marché pour le supplément de production et le projet n'aura pas de suite. Dans le cadre du programme START, un colloque de deux jours sur l'exploitation par longue taille s'est tenu à l'Université de Calgary. Les participants ont examiné les conditions générales nécessaires à l'établissement de ce type d'exploitation dans l'ouest du Canada, ainsi que sa faisabilité. Un compte rendu a été publié.

Les chercheurs du laboratoire de Calgary du CANMET mettent au point, au moyen de leur important matériel informatique, un modèle d'exploitation à ciel ouvert. Avec le groupe d'analyse des systèmes du Conseil national de recherches, ils ont fait d'immenses progrès dans la construction d'un modèle opérationnel et dans son application à la prise de décisions. Parallèlement, l'étude des opérations d'une mine de charbon à ciel ouvert alimentant une compagnie d'électricité albertaine se poursuit.

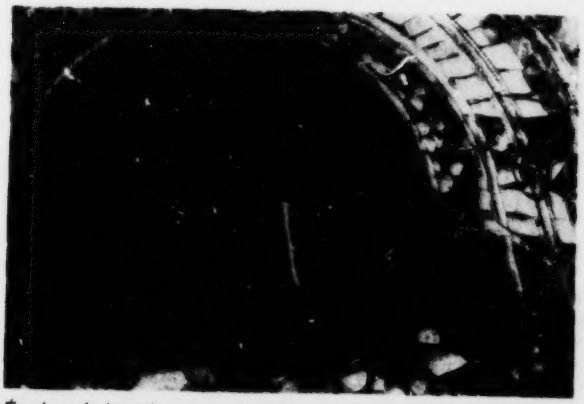
Les conditions géologiques et géotechniques de l'exploitation par longue taille dans la région de Lethbridge ont été évaluées à contrat et un rapport final a été publié. L'exploitation de la couche Galt par longue taille semble techniquement possible.

Les galeries principales nord-sud nécessiteront probablement un soutènement cintré alors que des boulons d'ancrage suffiraient pour les voies de taille est-ouest. La présence de pélite sèche et de charbon dans le plancher confère au sol suffisamment de solidité pour permettre l'emploi du soutènement à bouclier dans l'exploitation par longue taille.

## Mécanique des strates

Dans l'Est canadien, des problèmes propres à l'extraction en profondeur commencent à apparaître. Les problèmes s'accentueront lorsque la Société de développement du Cap-Breton (SDCB) entreprendra l'extraction en filon simple et en filon multiple à des profondeurs supérieures à 700 m au-dessous du fond marin. Les travaux de recherche sur la mécanique des strates au Laboratoire de recherche sur le charbon du Cap-Breton ont porté sur les aspects suivants: évaluation des systèmes de soutènement des galeries; évaluation des pratiques actuelles en ce qui concerne les voies de taille et les remblais; subsidence; coups de toit et dégagements de grisou; et instruments permettant de recueillir des données sur la déformation et les contraintes in situ pour évaluer la stabilité des mines.

La fermeture excessive des galeries dans l'arrière taille est due à une mauvaise conception et à une défaillance des murs de remblai actuels.



*Équipe de la mécanique des strates recueillant des données dans la galerie desservant la taille à long front aligné*

Les murs de remblai doivent être de taille et de résistance adéquates pour résister aux pressions induites par la redistribution des contraintes lorsque le front de taille avance. Le degré de déformation dans la galerie dépend de la bonne conception des murs de remblai. La déformation dans la galerie peut entraîner l'apparition de fractures dans les strates entourant la galerie, ce qui permet à l'air de s'infiltrer dans le remblai. Les chercheurs du CANMET élaborent actuellement un modèle de déformation des voies de taille propre au gisement de Sidney et établissent une banque de données sur cette déformation. Dans ce travail, les chercheurs utilisent des données recueillies lors d'une étude exhaustive de 35 kilomètres de galeries accessibles aux houillères Lingan et nº 26.

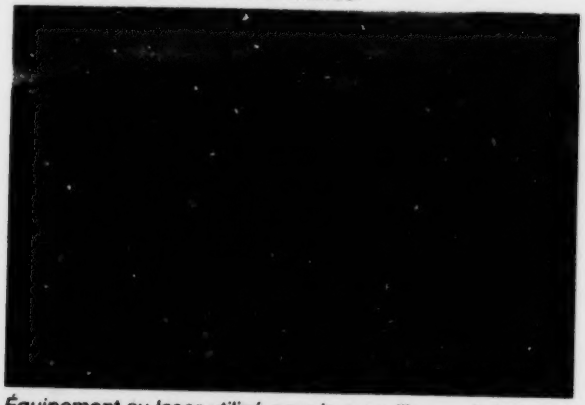
Les chercheurs du CANMET ont poursuivi leur étude de la mécanique des coups de toit et des dégagements de grisou qui ont interrompu les travaux dans les veines principales à la houillère nº 26. Ils ont mesuré la pression in situ des gaz dans les strates, évalué visuellement les cavités où se sont produits les coups de toit et étudié au laboratoire les propriétés des strates.

On a entrepris une évaluation des critères actuels de subsidence sous-marine et de leur applicabilité au gîte de Sidney. On définit actuellement des techniques possibles de mesure de la subsidence du fond marin.

À Donkin-Morien, on a effectué une série de mesures des contraintes in situ dans le tunnel nº 3. Un grand nombre d'instruments ont été installés dans le tunnel nº 2, foncé à l'aide d'un tunnelier de 7,6 m, pour monitorer la tenue du roc.

C'est à la mine à ciel ouvert Point Aconi de la NOVACO qu'on a fait l'évaluation préliminaire de l'application de techniques géostatistiques au gîte de Sidney. Ces techniques pourraient aussi être utiles pour résoudre des problèmes de mécanique des strates.

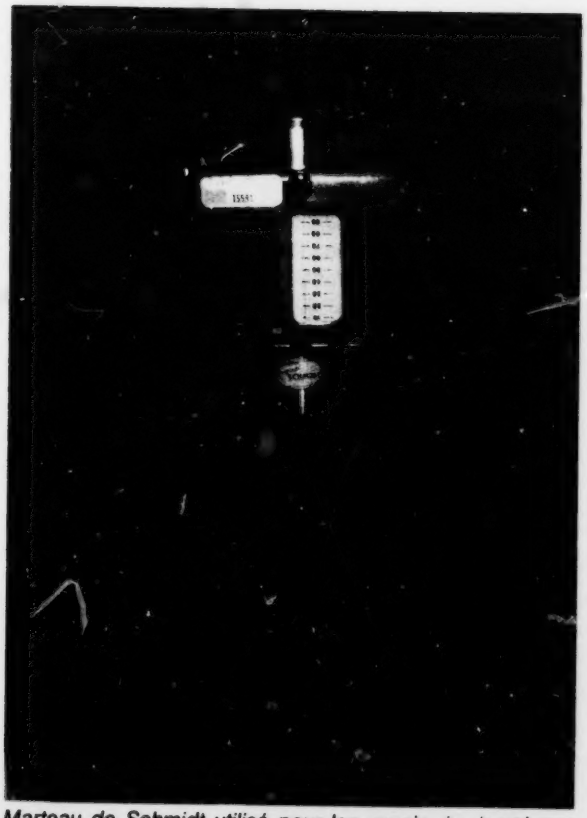
Les chercheurs du CANMET, en collaboration avec des sociétés minières de l'ouest du Canada, ont étudié des aspects de la mécanique des strates associés à l'extraction hydraulique dans des couches de charbon épaisses et abruptes. Les connaissances acquises seront appliquées à d'autres régions d'extraction présentant des conditions similaires.



*Équipement au laser utilisé pour la surveillance de la subsidence en surface*

Les chercheurs ont mis au point un système de télédétection pour mesurer les mouvements superficiels dus à la subsidence dans le terrain accidenté et le climat défavorable de la région des Rocheuses. Dans ce système, des inclinomètres mesurent le mouvement du sol et un dispositif de radiotélémesure transmet les données. La télécommande et le système d'alarme intégrés dans le système permettent de couvrir des zones inaccessibles au-delà de la crête de montagne. Enfin, les chercheurs du CANMET se sont servis d'un système de télémétrie électronique laser/infrarouge ainsi que de techniques de photogrammétrie aérienne pour évaluer la subsidence. Le système de télémétrie électronique a été fourni à une société minière de l'Ouest. La photogrammétrie aérienne a permis d'augmenter la surface et la fréquence des mesures.

Dans le cadre d'un contrat, un système de classification basé sur une technologie étrangère a été proposé pour évaluer les propriétés des roches. La méthode sera utilisée pour déterminer les méthodes d'extraction qui



*Marteau de Schmidt utilisé pour les essais de dureté par rebondissement*

devraient être appliquées dans un gîte donné. On utilise les installations d'essai de base du Laboratoire de recherche sur le charbon de Calgary pour déterminer les propriétés des roches. Les systèmes de classification des roches élaborés à partir de ces propriétés trouvent diverses applications: conception des piliers, soutènement des galeries et du front de taille, et prévision de l'éboulement et de la subsidence superficielle.

Un contrat de recherche sur les boulons en résine se poursuit. On a choisi un matériau approprié, on a déterminé les modes de défaillance et de déplacement de toits stratifiés horizontalement et on a étudié divers boulons pour évaluer les modes de défaillance.

## Santé et sécurité dans les mines de charbon

Du méthane est absorbé dans la veine de charbon lors de la formation du charbon. Lorsque le charbon est extrait, le méthane se dégage. Associé à la poussière produite lors de l'extraction et à la tendance à la combustion du charbon lui-même, le méthane présente des risques sérieux d'explosion et d'incendie dans les mines souterraines. Jusqu'à maintenant, les travaux du CANMET ont porté principalement sur la mise au point et la démonstration de systèmes de monitorage du monoxyde de carbone et du méthane basés sur la technique des faisceaux. L'année passée, on a accordé plus d'importance à la mise au point de systèmes basés sur la télémesure par fil. Un système de monitorage de l'environnement, mis au point à contrat, a été essayé sur le terrain dans une mine de l'Ouest.

On a normalisé un essai d'oxydation accélérée servant à classer les charbons en fonction de leur susceptibilité à la combustion spontanée, avec trois échantillons de charbons de différente qualité. Les chercheurs mettent maintenant au point des méthodes d'analyse des gaz émis lors de l'oxydation du charbon à basse température.

En matière de sécurité dans les mines de charbon, il est essentiel de comprendre les phénomènes associés aux explosions de poussières et à leur propagation. Les chercheurs ont étudié au laboratoire les effets de la poussière de roche et du méthane sur l'explosibilité de la poussière de charbon. Un appareillage à plus grande échelle sera utilisé pour déterminer les effets d'échelle sur les phénomènes d'explosion de poussières.

Les recherches ont montré que le méthane s'accumulait plus rapidement dans un tas de charbon lavé que dans un tas de charbon brut. Le charbon traité dans une usine de l'Ouest avait un taux d'émission négligeable et, comme on peut s'y attendre, l'émission de méthane dans les silos de stockage de cette usine était aussi négligeable. Dans une autre usine, on a trouvé une accumulation non négligeable de méthane dans les silos de stockage des charbons bruts et lavés ainsi qu'à la surface du tas lorsque les silos étaient vidés. Le charbon traité à cette usine a un taux d'émission de méthane mesurable.

L'étude du mécanisme de la combustion spontanée du charbon se poursuivra à contrat. Une étude de la documentation a montré qu'il est possible d'éliminer le méthane par des moyens biotechniques dans les mines, dans les silos de stockage et dans les charbonniers.

Au Cap-Breton, les travaux de recherche sur la ventilation ont porté directement sur les moyens de réduire les dangers associés au méthane au front de taille. On a mis au point un système amélioré de ventilation pour la tête coupante d'un prototype de tunnelier. Le système de ventilation, mis au point dans le cadre d'un projet de collaboration, élimine rapidement et efficacement le méthane dans la zone de la tête coupante du tunnelier. Un organisme de recherche provincial a fourni des services d'analyse. Cet organisme a mis au point, à contrat, une technique de gaz traceur pour l'étude de la ventilation dans la zone de la tête coupante du tunnelier. On utilisera une technique similaire pour monitorer les fuites d'air dans les zones d'extraction du charbon et de percement de galeries.

La réduction de la vitesse de l'air au front de taille due à des fuites d'air à travers les murs de remblai et les remblais non consolidés constitue un grave problème dans le gîte de Sidney. Un rapport a été préparé dans le cadre d'un contrat sur les agents d'étanchéité disponi-

bles. La SDCB essaie actuellement un agent d'étanchéité proposé dans ce rapport. Le LRCCB apportera son aide pour le monitorage de son efficacité. Une étude est en cours pour évaluer les types de fuite dans les remblais afin de déterminer s'il existe une corrélation entre les fuites et la géologie des strates et de mesurer le degré de tassement dans le remblai.

Les chercheurs du CANMET ont recommandé qu'un anémomètre (utilisé pour mesurer le débit d'air) soit retiré du service. Cet anémomètre fait partie d'une série d'instruments essayés dans la soufflerie du LRCCB.

Il est difficile et dangereux de combattre directement un incendie dans une mine souterraine. Le CANMET a accordé un contrat à l'AMCL pour l'étude des systèmes d'inertage récemment mis au point et utilisés en Europe avec un succès remarquable.

Le monitorage et la réduction des concentrations de poussières inhalables dans les mines souterraines réduiront les risques de pneumoconiose et de maladies pulmonaires auxquels sont exposés les mineurs. Les données sur les concentrations de poussières inhalables fournies par la Société de développement du Cap-Breton ont été analysées. Malgré une augmentation de la production de charbon, une meilleure ventilation a permis de maintenir l'exposition à la poussière à des niveaux relativement constants au cours des dix dernières années.

Les chercheurs du CANMET continuent d'étudier les moyens de réduire les émissions gazeuses toxiques des moteurs diesels dans les mines souterraines. Les essais au dynamomètre de l'équipement utilisé pour réduire les émissions dans les mines de charbon ont montré que l'émulsification de 15 % d'eau dans le gasoil permettrait de réduire d'environ 40 % les émissions de suie et de $NO_x$ des anciens moteurs Deutz 714, mais non des nouveaux Deutz 413. Parallèlement, la technologie classique de l'épurateur à eau à chicanes a été transférée à Hovey and Associates d'Ottawa qui l'utilisera dans tous les systèmes antidéflagrants (par exemple, sur les plates-formes de forage). Une offre spontanée de Hovey s'est traduite par la mise au point d'un échangeur de chaleur pour circuit de radiateur. On a aussi enregistré des progrès en ce qui concerne la réduction de la consommation d'eau par le système d'épuration venturi à haut rendement mis au point par le CANMET. Enfin, de grands progrès ont été réalisés dans la mise au point d'un filtre total de gaz d'échappement en céramique (Corning). On a en particulier évalué ses effets sur l'hygiène, procédé à des essais dans les mines souterraines et mis au point des techniques de régénération sur véhicule. Utilisé sur les engins diesels des mines de charbon, ce filtre pourra servir à améliorer l'environnement et pourra jouer le rôle de pare-flammes et de pare-étincelles.

## Homologation des équipements des mines de charbon

Le gouvernement fédéral créait en 1953 un laboratoire pour l'homologation, à prix coûtant, de l'équipement minier utilisé dans une atmosphère souterraine explosive. Ce mandat original a lentement évolué au cours des années et il vise maintenant de nombreux matériaux et liquides résistants au feu, de l'équipement diesel et des appareils de détection de gaz explosifs en milieux souterrains et industriels dangereux. Les chercheurs continuent d'améliorer la qualité du service d'homologation et les normes servant de base à cette homologation.

Au cours de l'année, le laboratoire a délivré 83 certificats. Ce chiffre ne tient cependant pas compte des travaux d'essai à contrat n'ayant pas pour but l'homologation, effectués pour le compte d'autres organismes gouvernementaux ou d'homologation, ainsi que pour le compte de sociétés privées. Il y a eu en tout 66 projets de ce type cette année. Deux des principaux équipements homologués sont un tunnelier de 25 pieds destiné à la Société de développement du Cap-Breton et un monteur-transporteur original pour le montage et le démontage du tunnelier dans la mine souterraine.

Un programme d'assurance de la qualité a été mis sur pied pour revérifier des produits déjà homologués. Un protocole d'entente, signé avec l'ACNOR, permet à cette association de procéder à des inspections pour le compte du Laboratoire canadien des atmosphères explosives (LCAE). L'industrie du pétrole et du gaz ainsi que les autorités chargées des inspections continuent de s'intéresser au programme du LCAE relatif à l'approbation de l'équipement résistant au feu.

Le LCAE a poursuivi ses travaux relatifs à l'élaboration de normes. Ces travaux ont conduit à l'approbation de la norme ACNOR relative aux fluides hydrauliques résistants au feu comme norme nationale.

## Préparation du charbon

Par préparation du charbon, on entend l'amélioration du produit extrait pour qu'il réponde aux spécifications en vue d'une utilisation particulière. Les impuretés telles que des substances minérales libres et le soufre sont éliminées, et la teneur en eau est ajustée pour produire un charbon de qualité uniforme. En plus de réduire les problèmes techniques qui se posent dans les applications finales, la préparation peut réduire les émissions polluantes et les coûts du transport. Dans le contexte économique et environnemental actuel, ces considérations sont importantes à la fois pour le producteur et pour l'utilisateur. Elles prendront encore plus d'importance si le Canada veut conserver sa place sur les marchés étrangers.

Les travaux de recherche sur la préparation du charbon sont multidisciplinaires puisque le charbon est à la fois un minerai et une source d'énergie. En plus d'améliorer les méthodes de traitement, les chercheurs du CANMET ont aidé l'industrie du charbon en caractérisant des charbons du commerce.

La compréhension du comportement des charbons oxydés pendant l'amélioration et la déshydratation permet aux chercheurs de mettre au point des techniques visant à améliorer le taux de récupération. Les chercheurs du CANMET ont caractérisé des échantillons de charbon en utilisant la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier ainsi que des techniques de mesures superficielles comme la spectroscopie photo-acoustique et la spectroscopie de réflectance diffuse. Les modifications apportées à l'instrument et la mise au point au laboratoire de méthodes informatisées de déconvolution ont grandement amélioré le pouvoir de résolution de ces techniques, ce qui a permis de les appliquer au charbon. On met au point actuellement une technique de désorption du gaz qui permettra de prévoir le degré d'oxydation des charbons bruts et lavés. La quantité de fines produites lors du concassage dépend de la friabilité du charbon et du type de concasseur utilisé. Il existe une corrélation entre la quantité de fines produites et l'indice $\Delta P$.

L'usine pilote a été et continue d'être un outil essentiel pour la recherche sur la préparation du charbon. Le fait d'avoir une usine pilote perfectionnée à leur disposition permet aux ingénieurs d'étudier plus en détail les techniques les plus appropriées aux conditions particulières dans lesquelles ils travaillent. Les installations pilotes du CANMET de Clover Bar (Edmonton) ont été démontées et remontées dans un nouveau bâtiment à Devon en janvier 1984. Ces installations permettent de produire les gros échantillons de charbon nécessaires aux essais d'utilisation. Des modifications apportées à l'usine pilote permettront de réaliser jusqu'à 20 schémas de traitement différents.

Les chercheurs aideront l'industrie à optimaliser ses schémas de traitement et à répondre à ses problèmes de traitement. On utilise l'usine pilote polyvalente de 10 t/h pour mettre au point et essayer un appareillage de contrôle en direct ainsi qu'un système de régulation réparti. Une étude des systèmes de contrôle de la flottation par mousse est en cours dans le cadre d'un contrat.

Un échantillon de charbon en vrac (50 tonnes) de Obed-Marsh a été lavé et a produit ~35 tonnes de charbon propre destiné à la recherche sur les bouillies de charbon-méthanol. Cet essai en usine pilote a aussi fourni des données supplémentaires sur la performance du crible Batac lorsqu'il est utilisé pour laver des charbons de taille supérieure à 0,5 mm. Deux fabricants de floculants ont évalué leur produit dans l'épaississeur Envirotech lors de cet essai.

Les laveries de charbon sont désireuses de trouver les méthodes les plus rentables de traitement des effluents.

*Usine pilote LRC, Centre de recherche sur le charbon de Devon*

Les ingénieurs de l'usine mobile de traitement des eaux du CANMET ont étudié deux laveries de charbon et ont trouvé qu'il était possible d'améliorer considérablement le rendement de l'épaississeur clarificateur en choisissant judicieusement le floculant et les paramètres de fonctionnement.

Avant que l'usine mobile ne soit à la laverie, on a évalué l'efficience de la floculation en procédant à des essais de vitesse de décantation. Des études de mobilité par électrophorèse sont menées régulièrement pour contrôler les interactions charbon argile et pour établir une base pour l'interprétation des essais de vitesse de décantation. On a effectué des mesures sur des bouillies contenant 1 à 40 % de solides en poids, avec une excellente reproductibilité, en utilisant un nouveau moniteur de masse volumique des bouillies.

On a utilisé les techniques de diffusion de la lumière laser à faible angle d'incidence et de la chromatrographie par filtration sur gel pour déterminer la masse moléculaire et les distributions de la taille des molécules de plusieurs floculants. Dans le cadre d'un contrat, on a caractérisé des polymères par diffusion quasi élastique de la lumière et on a déterminé des polymères résiduels en solution.

La grande proportion de fines présentes dans les charbons de l'Ouest canadien rend la déshydratation des charbons lavés et des fines de charbon ainsi que le traitement des fines très coûteux. Un des faits saillants de cette année a été la construction de la première usine mobile de déshydratation. L'usine peut être transportée dans une usine commerciale pour étudier les besoins de l'entreprise en matière de déshydratation ou pour définir et optimiser des méthodes de déshydratation sans qu'il soit nécessaire d'interrompre les opérations.

Une firme d'ingénieurs conseils concevra une usine mobile de traitement des fines en suivant les instructions fournies par le LRC. Des travaux menés dans le cadre d'un contrat ont montré que la flottation par mousse, les spirales de lavage et les cyclones à eau

conviennent pour une installation mobile. Les cyclones à milieu dense ont été rejetés car il est difficile d'introduire un système de contrôle et de récupération du milieu dense dans une installation mobile de taille limitée.

Il est possible d'abaisser la teneur en cendres et en soufre d'un charbon de l'Est canadien à moins de 1,3 % en procédant à une flottation directe suivie d'une flottation inverse. En combinant la flottation avec la séparation sous gradient magnétique élevé (SGME), on réduira encore davantage la teneur en soufre et en cendres à environ 0,8 %. On a utilisé la SGME avec succès pour traiter des fines de charbon. Le criblage à sec, la séparation sous haute tension et la séparation sous haute intensité magnétique ont été utilisés avec succès pour traiter des charbons thermiques de l'Ouest canadien.

*Usine mobile de déshydratation du charbon*

Il est plus facile de séparer le charbon léger du mélange relativement lourd de cendres et de pyrite dans les conditions calmes d'une colonne de flottation que dans les conditions turbulentes existant dans les cellules de flottation classiques. Une colonne de flottation a été installée à l'usine de préparation de Victoria Junction de la Société de développement du Cap-Breton et elle sera intégrée au reste du circuit. Un broyeur Szego — 450, ajouté à la colonne, facilitera la séparation du soufre pyritique des charbons.

Une meilleure compréhension de la récupération des fines de charbon des charbons à haute teneur en soufre est nécessaire avant qu'on puisse améliorer cette technologie. Les chercheurs du CANMET analysent les résultats de mesures du potentiel superficiel et de l'angle de contact ainsi que les résultats de titrages potentiométriques dans différentes conditions d'exploitation. On a étudié à contrat des produits d'addition du charbon et on a comparé l'effet de l'acide humique sur la flottabilité du charbon et de la pyrite avec celui de la dextrine et de la carboxyméthyle cellulose. Les résultats seront utilisés pour la séparation sélective des charbons ultrafins des charbons à haute teneur en soufre.

On a évalué divers désémulsifiants utilisés pour séparer des émulsions stables en phases aqueuse et bitumineuse. La caractérisation de l'émulsion et des interactions qui suivent l'addition d'un désémulsifiant aidera les chercheurs à élaborer de nouvelles méthodes de traitement. La taille des gouttelettes de pétrole et de bitume dans des émulsions d'eau dans du pétrole a été mesurée à l'aide d'un microscope électronique à balayage.

Une étude de la documentation a montré que l'électrophorèse convient pour l'étude de l'interaction entre l'émulsion et le désémulsifiant. Les techniques de dispersion de la lumière laser à faible angle d'incidence et de l'analyse thermique seront utilisées pour caractériser les systèmes émulsion désémulsifiants.

## Carbonisation

Le Canada exporte annuellement environ 16 millions de tonnes de charbon dont la majeure partie est constituée de charbon à coke de grande qualité provenant de l'Alberta, de la Colombie-Britannique ou de la Nouvelle-Écosse. Les Laboratoires de recherche sur l'énergie et les Laboratoires de recherche sur le charbon apportent une aide technique aux producteurs canadiens de charbon métallurgique en mettant à leur disposition leur compétence ainsi que leurs laboratoires et leurs usines pilotes, pour des études exhaustives sur la carbonisation et la fabrication du coke. En tant que membre de la Société canadienne de recherche sur la carbonisation, le CANMET fournit toutes les installations expérimentales ainsi que le personnel scientifique et technique nécessaire à la planification et à la conduite de recherches présentant un intérêt immédiat pour les industries du charbon et de l'acier.

Les fours de cokéfaction expérimentaux du CANMET sont largement utilisés par l'industrie du charbon et de l'acier pour l'évaluation des propriétés des charbons ou des mélanges à coke susceptibles de trouver des utilisations dans le commerce. Les essais dans les fours de cokéfaction sont souvent complétés par des mesures à petite échelle de la dilatation et par des analyses au laboratoire des propriétés chimiques, rhéologiques et pétrographiques du charbon et du coke.

Ces dernières années, les chercheurs du CANMET, avec la participation de la Société canadienne de recherche sur la carbonisation (SCRC), ont échantillonné avec soin des mélanges de charbon et des cokes provenant d'aciéries intégrées canadiennes. Ces mélanges de charbon ont aussi été cokéfiés dans des fours pilotes, dans diverses conditions reproduisant les caractéristiques de cokéfaction de fours industriels beaucoup plus grands. On a trouvé que les fours des LRE pouvaient produire un coke ayant une résistance équivalente à celle des cokes industriels. Les aciéries peuvent donc évaluer en toute confiance de nouveaux charbons et mélanges à l'échelle pilote. Cela prouve aussi aux acheteurs de charbon canadien que les résultats obtenus par le CANMET pour le compte de

nos exportateurs de charbon peuvent être appliqués directement aux fours industriels.

En 1983, on a entrepris des études comparatives internationales. Des échantillons de charbon et de coke provenant d'une aciérie canadienne ont été échangés avec des échantillons similaires provenant d'une aciérie japonaise. Une analyse complète et des évaluations en usine pilote ont été effectuées aux LRE et au centre de recherche de l'aciérie japonaise. Les résultats ont montré que les fours pilotes du CANMET produisent un coke d'une résistance similaire à celle du coke produit industriellement au Japon. Les résultats analytiques des évaluations du charbon et du coke effectuées aux LRE correspondaient à la plupart des paramètres obtenus dans les laboratoires japonais. Cela prouve hors de tout doute, à la fois aux acheteurs et aux producteurs de charbon canadien, que les résultats du CANMET sont précis et qu'ils peuvent être appliqués directement aux fours industriels.

D'autre part, les chercheurs du CANMET ont effectué des essais dans la batterie de fours à coke nº 6 de l'Algoma. Dix-sept mélanges de charbons différents ont été cokéfiés dans la batterie puis dans les fours du CANMET dans le but de déterminer s'il était possible de produire un coke plus résistant (pour améliorer la productivité des hauts fourneaux) en modifiant la composition des mélanges de charbons sans augmenter de façon excessive les pressions de cokéfaction.

Le CANMET étudie actuellement les aspects suivants de la carbonisation au laboratoire et en usine pilote:

1. Addition de brais du commerce à des mélanges de charbons métallurgiques de haute qualité.
2. Addition de brais du commerce à des charbons à coke pauvres de l'Ouest canadien.
3. Addition de résidus du procédé d'hydrocraquage du CANMET à des charbons à coke pauvres de l'Ouest canadien.

Les essais à l'échelle pilote avec un mélange provenant d'une aciérie canadienne typique auquel on avait ajouté 5 % de brai ont montré que l'addition de l'un quelconque de six brais différents n'avait pas d'effet négatif sur la résistance du coke. Trois des meilleurs brais du commerce ont été utilisés dans une étude de trois charbons à coke pauvres de qualités différentes de l'Ouest canadien. Tous les brais se sont révélés d'excellents additifs cokéfiants. La résistance du coke a été considérablement améliorée lorsqu'on a ajouté 7 % de brai à la charge du four à coke et, avec plusieurs mélanges, on a obtenu un coke d'une qualité acceptable par la sidérurgie canadienne.

On a aussi étudié l'addition de plusieurs résidus du procédé d'hydrocraquage du CANMET à des charbons à coke pauvres de l'Ouest canadien. Les analyses microscopiques de cokes obtenus au laboratoire à partir de charbon additionné de divers brais ont montré qu'un grand nombre de brais du CANMET permettaient de modifier la texture du coke avec d'excellents résultats. Des analyses chimiques ont aussi montré que ces brais étaient de relativement bons donneurs d'hydrogène et qu'ils possédaient une teneur élevée en alsphaltènes et de bonnes propriétés cokéfiantes, caractéristiques souhaitables pour les additifs cokéfiants. Un essai de cokéfaction à l'échelle pilote a montré qu'on pouvait produire un excellent coke en mélangeant 10 % d'un additif cokéfiant à un charbon à coke pauvre de l'Ouest canadien.

En Amérique du Nord, le coke métallurgique destiné aux aciéries est généralement soumis à une extinction humide au cours de laquelle on vaporise de l'eau sur du coke incandescent dans un wagon d'extinction. Une extinction non uniforme peut entraîner des variations dans la teneur en eau et, partant, des difficultés dans le haut fourneau dues à des variations dans le rapport carbone fer. L'extinction à sec n'a pas été adoptée par les aciéries nord-américaines, bien que cette technique élimine les problèmes associés aux variations de la teneur en eau et qu'elle permette de récupérer de grandes quantités d'énergie. Les chercheurs de LRE ont étudié les effets de l'extinction humide et de l'extinction à sec sur la qualité du coke en carbonisant un mélange industriel dans un four pilote de 460 mm.

Dans le cadre d'un contrat, le Waterloo Center for Process Development a récemment comparé les propriétés thermiques, rhéologiques (dilatation et indice de gonflement) et pétrographiques de deux charbons des Appalaches et de trois charbons hautement inertes de l'Ouest canadien. Tous les charbons ont été soumis à un broyage étagé et à un lavage à plusieurs densités, pour en modifier les teneurs en cendres et en éléments macéraux.

Le CANMET et la SCRC ont entrepris une étude visant à déterminer les effets de plusieurs variables relatives au chargement du four d'essai sur la densité apparente de la charge, la pression de cokéfaction maximale et la qualité du coke. Les variables étaient la teneur en eau du charbon, l'addition de diesel, la hauteur de chute de la charge et la vitesse du chargement. Les résultats ont montré que la préparation et le chargement cohérents du mélange sont essentiels à l'obtention d'une qualité de coke et de pressions de cokéfaction uniformes. Quelle que soit la méthode employée pour ajuster la densité apparente, on a trouvé une bonne relation entre la densité apparente de la charge, la résistance du coke et la teneur en eau du charbon. On a aussi établi une excellente relation entre la pression de paroi maximale et la densité apparente du charbon.

## Gazéification

Le CANMET a poursuivi l'étude des caractéristiques de gazéification des charbons canadiens. On a trouvé que plusieurs charbons conviendraient pour la gazéifica-

tion. Les charbons gazéifiables ont été évalués dans l'installation à lit fluidisé récemment construite. En ce qui concerne le nettoyage des gaz chauds, on a construit un système expérimental permettant d'étudier l'élimination des éléments corrosifs.

Les propriétés de gazéification du coke des sables pétrolifères de la Suncor (cokéfaction retardée) et de la Syncrude (cokéfaction fluide) ont été établies dans le réacteur à lit fluidisé continu.

Les travaux donnés à contrat par le CANMET et portant sur la mise au point de la technique du lit à jet d'air pour la gazéification des charbons à coke se poursuivent. L'évaluation des schistes bitumineux du Nouveau-Brunswick a aussi fait l'objet d'un contrat.

## Liquéfaction

En 1983, on a construit et essayé le prototype d'un système de préparation des bouillies d'alimentation. Un nouveau dispositif d'hydrogénation destiné à l'usine de cotraitement a été installé et essayé dans une usine pilote existante.

On a envisagé divers emplacements pour l'usine de cotraitement. Étant donné qu'il n'était pas prévu d'agrandir les bâtiments, on a décidé d'installer une partie de l'équipement dans l'usine pilote existante. On envisage par ailleurs d'installer le système de préparation des bouillies d'alimentation dans un bâtiment distinct existant. Une maquette des principaux éléments de l'usine pilote a été construite pour faciliter la planification de l'usine.

La mise en oeuvre de la technologie demande beaucoup de temps et de connaissances spécialisées. Le CANMET s'est donc lancé dans un projet visant à mieux comprendre et à orienter les travaux de recherche et de développement de la technologie appropriée ainsi que sa démonstration éventuelle. Le gouvernement fédéral pourra ainsi faire en sorte qu'on étudie ou qu'on mette au point les procédés les plus efficaces et les plus rentables pour les charbons canadiens. Il sera alors plus facile de définir des directives adéquates pour l'établissement d'une nouvelle industrie des ressources naturelles.

Des expériences à court temps de séjour ont été effectuées dans des conditions favorables, dans le but d'essayer de liquéfier des charbons pauvres dans des fractions de bitume et de pétrole lourd. Un nouvel autoclave permettant l'injection rapide de charbon a été conçu et mis en service. On a déterminé les conditions de marche optimales pour obtenir le plus haut taux de conversion du charbon. Les travaux expérimentaux futurs porteront sur la mise au point de nouveaux catalyseurs susceptibles d'améliorer le rendement. Enfin, on a étudié les effets de l'addition de produits basiques contenant de l'azote sur la dissolution du charbon dans de la tétraline et de l'huile anthracénique. Les résultats obtenus à pression atmosphérique n'ont pas permis de tirer de conclusions, mais les réactions en autoclave ont fourni des résultats qui pourraient permettre de mieux comprendre la nature de l'interaction entre les composés azotés et les molécules de charbon.

## Combustion

Les concepteurs d'équipements industriels de combustion en lit fluidisé ont un besoin constant de données détaillées qui souvent peuvent être obtenues avec un équipement à l'échelle pilote. Pour ce faire, dans un programme d'essais avec du charbon d'Evans et du calcaire de Havelock, on a évalué le rendement de combustion de ce charbon et l'effet de la taille du calcaire, dans le cadre du programme de démonstration de la combustion en lit fluidisé à la base de Summerside, qui est décrit ci-dessous.

On a procédé à des essais détaillés avec des vitesses de fluidisation variant de 2,1 m/s à 3 m/s, avec et sans recyclage des cendres volantes, et avec deux tailles de calcaire. Pour étudier la défluidisation du lit due à l'accumulation de substances trop grosses, on a effectué plusieurs essais de vingt-quatre heures. Au cours de ces essais, on a diminué la vitesse de fluidisation afin de déterminer la vitesse minimale capable de maintenir la fluidisation pendant une longue période. On a aussi étudié les effets de la présence de sels inorganiques sur le rendement du calcaire de Havelock utilisé comme sorbant du soufre.

L'étude du rendement de la combustion du coke de la Syncrude et du calcaire de Fort McMurray dans le lit Mark II a montré que le coke de la Syncrude pouvait brûler de façon satisfaisante si la température du lit était maintenue au-dessus de 800°C et si les vitesses de fluidisation étaient faibles (~0,7 m/s). À vitesses plus élevées, il a été essentiel de recycler les cendres volantes et le degré de combustion dans le franc-bord a commencé à augmenter de façon inacceptable lorsque la vitesse dépassait 1 m/s. Cela indique que, sauf peut-être dans le cas de lits très profonds, la combustion en lit fluidisé sous pression atmosphérique ne convient pas pour brûler ce coke de pétrole et qu'il est nécessaire d'utiliser la technique du lit fluidisé à circulation. L'effet d'un lit profond sur le rendement de la combustion en lit fluidisé sous pression atmosphérique du coke de la Syncrude sera examiné par l'Université Queen's en 1984.

On a ajouté une unité de contrôle de procédé et un ordinateur de table pour pouvoir saisir et traiter les données en direct. On a aussi mis au point le logiciel nécessaire, ce qui permet de traiter et d'interpréter les données expérimentales obtenues pendant et immédiatement après un essai de combustion. On prévoit que ce système permettra de gagner beaucoup de temps et d'accroître la productivité du dispositif de CLF.

Ce système et les programmes d'analyse utilisés pour les essais de CLF avec du coke de pétrole sont mainte-

nant installés dans une salle d'informatique où les conditions environnementales sont contrôlées. Enfin, un brûleur à allumage au gaz a été installé et mis en service, ce qui permet d'amener le lit à la température de fonctionnement avec un minimum de difficultés.

Étant donné la grande gamme de charbons disponibles au Canada dont on ne sait pratiquement rien en ce qui concerne leur rendement dans les systèmes de CLF, il serait hautement souhaitable de pouvoir classer rapidement ces charbons en fonction de leur réactivité relative. C'est ainsi que le CANMET a entrepris de mettre au point un dispositif de CLF de laboratoire et d'élaborer un procédé permettant d'évaluer rapidement et économiquement un grand nombre de charbons en fonction de leur utilisation possible dans les systèmes de CLF. Ce projet complétera le programme actuel d'établissement d'une base de données à l'échelle pilote qui fournit des données plus détaillées, mais plus lentement et à un coût plus élevé.

Pour accélérer la mise en application de la technologie de la CLF, une étude détaillée de la performance de calcaires canadiens utilisés comme sorbants du soufre est en cours. On utilise pour ce faire un dispositif de CLF de laboratoire de 50 mm de diamètre aux LSM. On a amélioré ce dispositif en installant un régulateur électronique et un compteur de débit massique, un système de nettoyage des échantillons gazeux et un régulateur proportionnel pour le système de chauffage électrique. On a ainsi pu améliorer la précision des données et on a revérifié 31 échantillons de calcaire et de dolomite provenant des Maritimes et de l'Alberta. On a aussi évalué dix roches carbonatées suédoises. Le classement a été le même que celui obtenu par une méthode suédoise d'analyse thermogravimétrique. Un programme informatisé de prévision du rendement du sorbant dans l'installation de Summerside et dans toute installation de CLF future a été préparé à partir d'un modèle de l'Argone National Laboratory.

Le CANMET a recours à l'impartition pour faire exécuter à l'extérieur un grand nombre de travaux de R-D qui complètent son programme interne et qui ont par suite les mêmes objectifs généraux. Les contrats vont de travaux à court terme, à objectifs précis, jusqu'à des études à long terme s'étendant sur plusieurs années avec l'objectif général d'élargir la base de données sur le rendement de la CLF de combustibles et de sorbants du soufre canadien.

La combustion en lit fluidisé avec recirculation est une technologie de seconde génération qui s'applique à la combustion de combustibles non réactifs et à haute teneur en soufre, de résidus de laveries et de combustibles solides à haute teneur en fines. Après étude des possibilités offertes par cette technologie, le CANMET a décidé de compléter ses installations actuelles de R-D sur la CLF et un contrat a été accordé à la Montreal Engineering Co. Ltd. pour la conception théorique qui a été parachevée en septembre 1982.

En réponse à l'intérêt croissant suscité par la combustion en lit fluidisé de bouillies de charbon et d'eau, un contrat a été accordé à la Babcock et Wilcox pour la combustion de trois bouillies de charbon et d'eau dans son installation de "1 pied carré" à Alliance (Ohio). Les travaux expérimentaux étaient pratiquement terminés en 1983 et l'on prévoit qu'ils le seront complètement et qu'un rapport sera publié en mars 1984.

La chaufferie de Summerside est un projet de démonstration financé par EMR et par la Défense nationale. Dans le cadre de ce projet, les premières chaudières canadiennes à CLF sous pression atmosphérique sont installées dans une chaufferie à la base de Summerside (Ile-du-Prince-Édouard). Les combustibles utilisés sont du charbon du Cap-Breton à haute teneur en soufre (~5 %) mélangé à des copeaux de bois. Les copeaux de bois constituent un combustible supplémentaire qui, brûlé avec du charbon, dans des démonstrations, peut fournir jusqu'à 30 % de la chaleur totale.

Le projet a été lancé en 1977. Des contrats parallèles ont alors été passés avec deux sociétés dont les conceptions préliminaires, techniques et détaillées ont été successivement évaluées. Les conceptions détaillées (troisième étape) et les offres à prix ferme des deux sociétés, la Foster Wheeler Limited et la Dominion Bridge Sultzer Limitée, étaient prêtes le 5 janvier 1981. Les deux concurrents proposaient la construction d'une usine "clé en mains" comprenant deux chaudières à CLF de 18 000 kg/h de vapeur chacune, un entrepôt pour le combustible, du matériel de manutention et d'autres équipements auxiliaires.

Les chaudières ont été mises en marche à la fin de 1982. Cependant, une série de problèmes avec les chaudières, le foyer à projection et le silo de charbon, des difficultés avec la fluidisation du calcaire de Havelock de 6 mm × 0, ainsi que l'usure des tubes dans le lit et sur les parois du four ont interrompu le bon fonctionnement des chaudieres. On cherche actuellement à résoudre ces problèmes et on espère que les chaudières de l'adjudicataire seront acceptées en 1984. Parallèlement, le Centre for Energy Studies (CES) de la Technical University of Nova Scotia a effectué des essais d'émission de gaz de cheminée avec des charges de 65 % et 100 %. En raison de problèmes qui se sont posés sur le terrain, ces essais ont été repris en novembre par Environnement Canada. On a négocié avec le Conseil du Trésor la prolongation d'une année (1985-1986) du programme de démonstration de trois ans, en raison du temps perdu à cause des divers problèmes de conception susmentionnés.

Le CANMET participe toujours à un projet, en collaboration avec Environnement Canada (EC), portant sur le monitorage des produits lessivés des fossés où sont déchargés les résidus de CLF, creusés suivant les conseils de EC. Ce travail a été suspendu jusqu'en 1984 en raison de problèmes dans l'obtention des échantillons de liquide et dans le monitorage des eaux souterraines.

Des essais de combustion de mélanges de charbons à haute teneur en soufre et de copeaux de bois devraient avoir lieu avant la fin de l'hiver de 1983-1984.

La combustion en lit fluidisé sous pression (CLFP) est une méthode qui pourrait être utilisée pour produire de l'électricité, en combinaison avec une autre technique. Dans ce domaine, à la suite d'une proposition spontanée, l'Université de la Colombie-Britannique a étudié les principaux programmes de CLFP et a fait des recommandations sur l'orientation à donner aux travaux futurs dans le domaine au Canada. Le rapport a été terminé et accepté en mars 1984. Les travaux subséquents n'ont pas commencé car l'université n'a pu trouver l'aide complémentaire voulue auprès du gouvernement provincial. Les travaux sur la CLFP sont maintenant en suspens.

En 1983, l'ICP a remplacé sa chaudière pilote alimentée avec du charbon pulvérisé (en exploitation depuis le début des années 60). La nouvelle chaudière peut être alimentée avec des charbons pauvres et sa conception est basée sur l'expérience acquise pendant les 20 années d'exploitation de l'ancienne chaudière. La nouvelle chaudière permet des temps de séjour plus longs, pour une combustion dans des conditions adiabatiques. La capacité d'évaluation des charbons des Rocheuses et d'autres charbons pauvres se trouve ainsi améliorée. La nouvelle chaudière permet une meilleure évaluation des phénomènes de dépôt ainsi que la caractérisation des émissions et la détermination de paramètres de conception pour la réduction de ces émissions.

En collaboration avec divers adjudicataires, le CANMET a déterminé le rendement de combustion de divers charbons. Ces essais sont en cours et les frais sont partagés avec les entreprises participant au projet.

Pour mieux comprendre les mécanismes d'inflammation, de dévolatilisation et de combustion du coke résiduel associés à des flammes turbulentes de diffusion, le CANMET a conçu et construit un réacteur d'étude à mélange contrôlé qui est actuellement mis en service. Ce réacteur permet de reproduire de façon simplifiée des conditions de combustion similaires à celles auxquelles sont soumises les particules de charbon lorsqu'elles traversent une flamme, mais sans les complications supplémentaires d'écoulement aérodynamique caractéristique des flammes et des chambres à combustion. Comme les charbons brûlent différemment selon l'endroit où l'on se trouve, il nous faut trouver une méthode rapide mais simple d'évaluation de la réactivité des charbons et l'on prévoit que le réacteur d'étude apportera la solution.

Le réacteur a été installé et un régulateur de température commandé par microprocesseur a été intégré dans les circuits de commande. Le but était d'élever graduellement la température de façon à atténuer les problèmes de choc thermique. Un modèle informatisé des transferts de chaleur et de masse à l'intérieur du tube de céramique a été mis au point.

Pour faciliter la substitution du charbon au pétrole dans les systèmes de combustion industriels, il nous faut des données comparant les caractéristiques de combustion et de transfert de chaleur du charbon à celles du pétrole, dans des conditions aérodynamiques similaires. Le four tunnel du CANMET possède une chambre de précombustion gainée d'un matériau réfractaire. Il est conçu pour brûler du charbon pulvérisé, du pétrole léger et lourd, du gaz naturel et des mélanges charbon-liquide. L'apport thermique est d'environ 2 GJ/h et une fente continue le long du réacteur permet d'insérer des sondes d'étude de la flamme.

Ces sondes permettent de mesurer plusieurs paramètres permettant de définir les profils spatiaux de la température, de l'écoulement et de la concentration dans le four ainsi que les émissions à la sortie du four. Le transfert de chaleur, par convection et par rayonnement, peut être mesuré le long de la flamme. Il est aussi possible de gainer partiellement le four d'un matériau réfractaire pour simuler diverses installations industrielles allant des chaudières (non ou peu gainées) au four (gainé à 80 %). De cette façon, le four permet des études comparatives (combustion du charbon, du pétrole ou du gaz naturel) ainsi que la simulation de différentes installations industrielles.

Six charbons thermiques, cinq de l'Ouest et un du Cap-Breton, ont été évalués dans le four tunnel. Il y avait des charbons très volatiles, des charbons bitumineux peu volatils et un charbon non réactif. L'évaluation des données et le rapport sur ces essais de combustion sont presque terminés.

En avril 1982, Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR), la Commission d'énergie électrique du Nouveau-Brunswick (CEENB) et la Société de développement du Cap-Breton (SDCB) ont signé un accord portant sur la démonstration de la préparation d'un mélange charbon-eau et sur son utilisation dans les chaudières de centrales.

Cet accord prévoyait la construction à Sydney (N.-É.) d'une usine pilote de 4 t/h pour la préparation de mélanges charbon-eau basée sur le procédé suédois Carbogel. Il prévoyait aussi la mise au point de brûleurs qui seraient essayés dans la chaudière nº 1 de 12,5 MW(e) alimentée par l'avant et dans la chaudière de 22 MW(e) alimentée tangentiellement, à la centrale de Chatham (N-.B.). Le projet est administré par un comité de gestion rassemblant des représentants de EMR, de la CEENB, de la SDCB, de la Nova Scotia Power Corporation (NSPC) et de l'AB Carbogel. L'aide technique est assurée par un comité technique qui rassemble, en plus des membres du comité de gestion, des représentants du Conseil national de recherches (CNRC), de l'Ontario Hydro, du New-Brunswick Research and Productivity Council et du Center for Energy Studies de la Technical University de Nouvelle-Écosse. Des brûleurs ont été mis au point pour chacune des deux chaudières de Chatham et le programme d'essai sur la chaudière nº 1 était à moitié terminé à la fin de 1983. Les essais préliminaires ont été effectués avec la chaudière nº 2. On prévoit que les deux programmes d'essais seront parachevés au milieu de 1984 et qu'un rapport sera publié à l'automne.

Le CANMET a entrepris un programme de R-D dans le but de faire progresser le programme actuel de démonstration de la technologie des mélanges charbon-liquide. Les caractéristiques de transfert de chaleur, de combustion et d'émission de mélanges charbon-liquide commercialisables ont été établies lors d'expériences menées dans le four tunnel du LRCC. On a étudié le mélange charbon-eau utilisé à Chatham et on l'a comparé au charbon pulvérisé qui constituait la matière première ainsi qu'au mazout nº 6. En ce qui concerne la participation du CANMET à la mise au point de brûleurs, les chercheurs ont mis au point un brûleur qui possède quelques nouvelles caractéristiques en matière d'atomisation et de résistance à l'usure. Ce brûleur sera étudié avec des mélanges charbon-liquide et avec le mazout nº 6 et on comparera les résultats à ceux obtenus avec un atomiseur du commerce.

On cherche actuellement à étendre l'utilisation des charbons à haute teneur en soufre des Maritimes pour la production de chaleur et d'électricité avec des conséquences environnementales minimales. Dans cette optique, le CANMET a entrepris un projet de démonstration de la technologie du brûleur à combustion étagée avec injection de calcaire qui permet de réduire considérablement les émissions des chaudières alimentées au charbon pulvérisé qui sont à l'origine des pluies acides. Le projet, auquel participent activement la Défense nationale et Environnement Canada par le biais de ses laboratoires d'analyse, comprend l'installation de brûleurs à combustion étagée sur une chaudière à eau chaude existante de 20 MW de la base militaire de Gagetown. La mise en service est prévue pour la fin de 1984.

Le CANMET participe, en tant que représentant du Canada, à un important projet parrainé par l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Le projet, financé par le Canada, le Danemark et la Suède, avec l'aide des États-Unis, porte sur la validation et l'optimisation des principes de brûleurs perfectionnés. L'accord comporte trois volets.

Le premier volet, terminé en mars 1982, consistait en des essais de 45 charbons, dont neuf canadiens, dans des fours de laboratoire. Le but était de comprendre les mécanismes de formation de $NO_x$ à partir de l'azote du combustible dans des conditions de prémélange et de combustion étagée. Le deuxième volet (en cours) consiste en des essais de combustion dans trois fours de taille croissante dans le but d'obtenir des données permettant l'extrapolation aux conditions réelles. Quatre charbons, dont deux canadiens, sont évalués en termes de production de $NO_x$ et deux de ces quatre charbons, dont un canadien, seront évalués en termes de réduction simultanée des émissions de $SO_x$ et $NO_x$ par addition de calcaire comme sorbant. Le troisième volet, le cas échéant, consistera en un essai de la technique du brûleur à combustion étagée avec injection de calcaire dans une chaudière de centrale de l'un des pays participants.

Le CANMET est membre de l'International Flame Research Foundation (IFRF) IJmuiden (Pays-Bas) depuis 1966. Sa participation à des essais de combustion et à des comités techniques a été extrêmement profitable. Une grande partie des travaux sur les flammes de charbon effectués à l'IFRF complètent les travaux du CANMET, à l'avantage de tous. Enfin, le CANMET a participé à l'élaboration d'un accord sur les sciences fondamentales du charbon de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). On prévoit que le Canada participera prochainement à ce programme.

Le Canada se trouve dans le peloton de tête en ce qui concerne la mise au point de la technologie des mélanges charbon-liquide; il a piloté des travaux de R-D inédits sur ces mélanges dès 1970 et a réalisé un projet de démonstration subséquent à Chatham, de 1977 à 1980. Des échanges avec les États-Unis et le Japon ont conduit à l'accord sur l'application des mélanges charbon-liquide de l'AIE auxquels participent maintenant sept pays. Le premier volet, l'évaluation du potentiel des pays participants en matière de mélanges charbon-liquide, est maintenant terminé. Le deuxième volet, qui porte sur la technologie de base, se poursuit. Une grande partie des contrats et des travaux de R-D internes susmentionnés constituent la contribution du Canada au deuxième volet. Un nouveau volet concernant l'évaluation des charbons utilisables pour la préparation des mélanges charbon-liquide est prévu et le Canada y participera aussi.

Enfin, le CANMET a été invité à participer au programme détaillé de recherche sur la technologie des mélanges charbon-eau administré et subventionné par l'Electric Power Research Institute (EPRI) des États-Unis.

## Cotraitement du charbon avec du bitume, des pétroles lourds et des résidus

Un rapport sur le cotraitement d'un charbon subbitumineux C de l'Alberta et d'un distillat de pétrole lourd de Cold Lake a été publié. Le rapport présente les résultats de onze essais. Dans ce rapport, on compare aussi le rendement des résidus sous vide et du distillat utilisé comme produit de cotraitement.

On a essayé des mélanges de fractions de pétrole lourd de Cold Lake comme produits de cotraitement. On a obtenu des données importantes sur le meilleur produit de cotraitement. Un rapport présentant les données de cinq essais est en révision. Une étude comparant le cotraitement et la liquéfaction du charbon est terminée et un rapport comparant les différentes méthodes d'amélioration est en préparation.

La mise en service d'un dispositif de cotraitement par l'eau avec temps de contact court est terminée. On s'est servi de ce dispositif pour déterminer la capacité de donner de l'hydrogène des bitumes/pétroles lourds et du brai hydrocraqué du CANMET. On l'utilise actuellement pour le cotraitement de divers bitumes et pétroles

lourds avec du charbon subbitumineux de l'Alberta dans le but d'établir la relation entre la capacité à donner de l'hydrogène et la solubilisation du charbon.

Des analyses similaires à celles des produits hydrocraqués ont été effectuées sur les produits liquides de cotraitement. Pour cela, on a utilisé une combinaison des techniques de chromatographie liquide préparative et de pyrolyse sur couche mince. Le but était d'élaborer une méthode rapide et sûre d'analyse quantitative des produits saturés, aromatiques et polaires présents dans le distillat.

Les résultats de ces travaux ont permis de comparer les produits liquides de cotraitement obtenus en utilisant de l'hydrogène pur avec du gaz de synthèse. Des études plus détaillées du distillat sont en cours afin de déterminer s'il y a une variation de la qualité du produit lorsque $H_2$ est remplacé par des mélanges $CO/H_2$. On a construit et essayé en 1983 le prototype d'un système de préparation de bouillies d'alimentation. Un nouveau système d'alimentation en hydrogène destiné à l'usine de cotraitement a été installé et essayé dans une usine pilote existante.

Divers emplacements pour l'usine de cotraitement ont été envisagés. Étant donné qu'on ne prévoit pas agrandir les bâtiments, on a décidé d'installer une partie du dispositif dans l'usine pilote existante. On envisage d'installer le système de préparation des bouillies d'alimentation dans un bâtiment distinct existant. Pour faciliter la planification de l'usine, on a construit une maquette des principaux éléments de l'usine pilote.

## Matériaux pour la manutention et l'utilisation du charbon

Au cours de l'année financière 1983-1984, les travaux entrepris dans le cadre de ce projet ont été consacrés en bonne partie à des études de matériaux dans l'usine pilote de combustion du charbon en lit fluidisé de EMR-NSPC (Nova Scotia Power Corporation) de Point Tupper (N.-É.).

Pendant la mise en service, on a éprouvé des difficultés avec le réglage du gradient de température prévu. Diverses mesures, dont une modification de la tubulure centrale, ont permis certaines améliorations, mais la température est encore trop élevée pour certains matériaux comme les aciers non alliés dans les tubes refroidis à basse température. Dans le premier essai de 1 000 h, on a utilisé seulement deux sondes, une à haute température et une à basse température. Dans le deuxième essai de 1 000 h, on a utilisé seulement des sondes à haute température. Après une première évaluation des matériaux après exposition, les tubes refroidis à basse température ont été modifiés et les échantillons d'acier non allié ont été éliminés des essais à long terme subséquents. Le troisième essai de 1 000 h a commencé avant la fin de l'année financière.

La mise au point d'un essai d'érosivité pour la caractérisation de combustibles charbon-liquide a été entreprise dans le cadre d'un contrat de R-D. Le circuit d'essai d'érosion avec recyclage mis au point était une simulation partielle des conditions existantes dans un ajutage de brûleur utilisé avec les combustibles charbon-liquide. On a trouvé que le pouvoir érosif du mélange charbon-eau n'était pas une fonction monotone du recyclage, mais qu'il présentait un maximum. La viscosité de la bouillie et la taille des grains de charbon dépendaient du nombre de cycles. On a trouvé qu'il était techniquement possible de procéder à des essais d'érosion avec un combustible charbon-eau recyclé.

## Matériaux pour le traitement des sables bitumineux

Dans le cadre de ce projet, on a entrepris une étude de matériaux destinés aux installations de traitement des sables bitumineux.

Les essais ont été effectués au laboratoire avec un acier doux et un acier inoxydable de nuance 304 afin de déterminer les vitesses d'usure dans des bouillies de sable bitumineux simulées, à la pression atmosphérique et à des températures variant de 40°C à 90°C, avec et sans aération. Les résultats ont été calculés en terme de compatibilité avec un modèle mathématique qui permet de séparer les vitesses de corrosion et d'érosion à partir des différences dans leur variation en fonction des vitesses d'essai.

Les essais de laboratoire ont été étendus à des températures variant entre 125°C et 250°C et à une pression variant entre 30 et 600 lb/po$^2$ à l'aide d'un autoclave spécialement adapté. Les vitesses de corrosion et d'érosion ont été déterminées avec des bouillies aérées et non aérées, à différentes vitesses d'essai. Les vitesses de corrosion ont été déterminées dans des conditions stationnaires, dans des solutions corrosives et neutres. L'effet de l'érosion sur l'usure totale à température élevée avec des bouillies corrosives a été déterminé.

## Matériaux pour les procédés de conversion d'énergie à haute température

La dégradation des matériaux constitue encore un obstacle sérieux à la mise au point de systèmes de conversion d'énergie à haute température. Dans le cadre de ce projet, quatre contrats de R-D ont été entrepris au cours de l'année financière 1983-1984. D'autres travaux expérimentaux ont été menés par un chercheur détaché au laboratoire de IGM/CNRC.

Dans de nombreux cas, la dégradation des alliages dans des atmosphères de combustion est due à la réaction du soluté actif avec l'oxygène ou le soufre dissous, au cours de laquelle il se forme des précipités internes. La mise à nu subséquente limite la capacité de l'alliage à former un film protecteur continu. La compréhension du mécanisme d'attaque interne permettra

de progresser considérablement dans le domaine de la protection des alliages.

Pour cette étude, on a choisi des alliages expérimentaux (FeCr dilué, FeAl et FeSi) ainsi que les alliages SA210, T11 et T22. On a fait réagir les alliages avec les réactifs de Rhine consistant en mélanges de poudres de Fe/FeO et Fe/FeS, à des températures variant de 700 à 1 200°C. Les paramètres dégagés sont utiles pour prévoir la susceptibilité de l'alliage à la dégradation interne. On évaluera quantitativement la contribution possible des propriétés des frontières des grains d'alliage et des interphases entre l'alliage et les précipités au transport du soluté (OIS) à basse température.

# ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Les travaux entrepris par les Laboratoires de recherche minière du CANMET concernent l'évaluation des capacités de production des réserves d'uranium ainsi que les techniques d'élimination par enfouissement des résidus hautement radioactifs.

## Réserves et production d'uranium

En 1974, le Canada a reconnu la nécessité d'accroître le rôle de l'énergie nucléaire. En conséquence, une politique a été établie pour encourager l'exploration de l'uranium au Canada. Parallèlement, le Groupe d'évaluation des ressources en uranium (GERU) a été créé pour garantir une évaluation sûre et continue des réserves d'uranium, des ressources et de la capacité de production canadienne. Cette évaluation doit servir de base à certains éléments de la politique énergétique. Dans ce but, trois sous-comités ministériels du GERU ont été créés: le sous-comité des ressources raisonnablement assurées (mesurées et indiquées), le sous-comité des ressources supplémentaires estimées (présumées, pronostiquées et spéculatives) et le sous-comité des aspects économiques de l'offre et de la demande. Le groupe d'évaluation des mines (GEM) est responsable du sous-comité des ressources raisonnablement assurées et est membre des deux autres sous-comités.

Depuis sa création en 1974, le GEM a rassemblé méthodiquement des données primaires sur les sondages relatifs aux gisements d'uranium pertinents, pour le compte du GERU. Parallèlement, il a élaboré des méthodes nécessaires au stockage des données sur ordinateur ainsi que diverses méthodes d'évaluation pour la détermination des ressources raisonnablement assurées et présumées. Un important rapport confidentiel interne contenant des détails sur ces réserves et ressources d'uranium est publié annuellement. Ce rapport précise aussi l'état de tous les gisements exploitables ainsi que leurs capacités de production estimées et prévues.

## Enfouissement des déchets nucléaires

Cette année, la majeure partie des travaux ont porté sur l'automatisation et l'informatisation de l'appareil de diffusivité thermique et de l'appareil de conductivité thermique à plaques chaudes protégées. Le projet a été considérablement retardé car les deux appareils ont subi des dommages importants à la livraison, faite par un transporteur privé. Les expériences ont montré que le principe de fonctionnement était correct, mais certains défauts de matériel et de logiciel sont apparus. Des essais sont en cours pour établir les limites du système et l'ampleur des modifications nécessaires.

On a terminé des mesures de conductivité et de dilatation thermique de tous les échantillons de roches du laboratoire de recherche souterraine. Les mesures de diffusivité thermique seront effectuées lorsque l'équipement sera en état de fonctionner.

## Techniques classiques d'extraction de l'uranium

Au cours de l'année financière, les recherches en cours visant à maximiser la récupération d'uranium à partir de minerais classiques, complexes et pauvres se sont poursuivies. On a aussi étudié des méthodes de récupération de sous-produits tels le thorium et des terres rares. Le CANMET a continué d'offrir une technologie de traitement ayant le moins de conséquences néfastes possible sur l'environnement. La question importante est d'isoler les radionucléides afin de pouvoir éliminer les résidus sans danger.

Au cours de la dernière année financière, on a entrepris un certain nombre de projets spécifiques: rajeunissement d'un échangeur anionique au silicium "contaminé"; étude des caractéristiques de mélanges et d'optimisation du transfert massique dans l'extraction par solvant; étude de l'influence des paramètres physiques et de l'effet de l'acide humique sur les émulsions stables dans les circuits d'extraction par solvant; optimisation de la précipitation d'uranium dans les solutions lixiviées purifiées; mise au point d'une nouvelle méthode de précipitation pour l'hydrolyse d'un composé d'uranium très pur permettant le passage de la solution acide à la solution d'élution; lixiviation à l'acide sulfurique à contre-courant de minerais pauvres d'Elliot Lake; étude à l'infrarouge des produits de précipitation et d'extraction; et application de la technique très précise de la chromatographie en phase liquide à la séparation et à la caractérisation de petites quantités de thorium et de terres rares.

## Techniques nouvelles d'extraction de l'uranium

Le CANMET a poursuivi le programme de recherche visant à réduire les conséquences environnementales de l'extraction de l'uranium et à protéger au maximum

les ressources. Pour atteindre cet objectif, le CANMET travaille à la mise au point de nouvelles techniques économiques destinées à remplacer les procédés classiques à l'acide sulfurique. On cherche à augmenter la récupération de l'uranium, du thorium et des terres rares, à solubiliser les radionucléides pour pouvoir ensuite les isoler et les éliminer, et à réduire au minimum la quantité de sulfure dans les résidus.

Les projets spécifiques entrepris au cours de l'année financière étaient les suivants: essai de lixiviation à l'acide chlorhydrique sur les préconcentrés et essai de lixiviation dans une petite usine pilote du minerai d'uranium d'Elliot Lake; essai de lixiviation à l'acide chlorhydrique du minerai d'uranium complexe et riche de Key Lake; traitement à la soude caustique à haute température de minerais complexes; et étude minéralogique de résidus de lixiviation de minerais d'uranium.

# TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX

Cette activité regroupe toutes les responsabilités du Ministère relatives à la réalisation, au financement et à la coordination de la recherche et du développement ayant trait aux minéraux, ainsi que les responsabilités relatives à l'acquisition de la technologie étrangère et à son transfert à l'industrie. Le CANMET contribue largement à cette activité puisqu'il constitue, au sein du Ministère, le centre de recherche et de développement en matière d'exploitation minière, de minéralurgie, et d'économie et d'utilisation de matériaux à base de minéraux.

## EXPLOITATION MINIÈRE

L'objectif de cette sous-activité est de faire progresser les techniques nécessaires à l'amélioration du rendement et de la sûreté des exploitations souterraines et à ciel ouvert.

### Forage au diamant

Le CANMET a continué de promouvoir le perfectionnement des techniques de forage au diamant de l'industrie minière du Canada.

Au cours des dix dernières années, le CANMET a passé des contrats de recherche et de développement qui ont permis de déterminer, avec l'aide de la Canadian Diamond Drilling Association (CDDA), les grands besoins de recherche de l'industrie.

Au cours de l'exercice 1983-1984, les travaux de recherche ont surtout porté sur la sûreté et les coûts des chauffe-canalisations. Un sondage national mené en première étape a permis d'établir la puissance, les caractéristiques techniques et les coûts des chauffe-canalisations du commerce. Ce sondage a indiqué qu'on avait tendance à se servir d'appareils au propane mais aussi que certaines caractéristiques de tous les appareils pouvaient être considérablement améliorées, notamment leur sûreté, la souplesse d'emploi des brûleurs et leur fiabilité, etc. C'est donc sur ces points que les travaux de recherche et de développement ont été concentrés et une liste de recommandations a été dressée.

*Essais sur le chantier de chauffe-canalisations ordinaires et de chauffe-canalisations au stade expérimental alimentées au mazout*

### Équipements et aménagement des mines

L'élargissement et l'amélioration de la gamme de la machinerie, des équipements et des appareils de mesure spécialisés qui s'offrent à l'industrie minière a considérablement influé sur l'exploitation minière canadienne au cours de la dernière décennie.

Le CANMET a vu à la fin des années 70 combien il importait d'harmoniser l'aménagement des mines avec les nombreux différents types d'équipements et avec les nouvelles techniques, dont la robotique et l'informatisation, pour maintenir et promouvoir l'efficacité de l'industrie minière canadienne dans les années à venir.

Les travaux ont commencé en 1981 par un dépouillement complet de la documentation portant sur la mise au point des équipements, première étape qui a été suivie par une étude qui a permis de déterminer les secteurs nécessitant des travaux de développement immédiats. Un plan d'action global a été mis sur pied, dont la mise en oeuvre a commencé en 1983 par des visites et par l'apport d'une aide directe à la recherche et au développement dans les secteurs déterminés. Les principaux projets lancés dans le cadre de ce programme ont été la mise au point d'un équipement minier spécialisé mobile et télécommandé, l'élaboration de programmes d'ordinateur d'exploitation minière, surtout dans le domaine de l'aménagement, de la géostatistique, de la mécanique des roches et du contrôle de l'environnement minier, et enfin l'élaboration de programmes de maintenance des usines et des équipements.

### Coordination des techniques minières

Les sociétés minières, les experts conseils, les universités, les fabricants et fournisseurs d'équipements, les administrations gouvernementales ainsi que les groupes privés de recherche et de développement améliorent constamment les techniques et les équipements servant dans l'industrie minière canadienne. Le CANMET a perçu le besoin d'agir comme intermédiaire entre ces diverses parties, afin de promouvoir la publication de documents, les échanges et le transfert de la technologie de recherche et de développement à l'industrie minière canadienne. En 1983-1984, le CANMET a créé une banque d'information sur les techniques minières actuelles et en cours de développement; les renseignements et les données collectés seront mis à la disposition des administrations gouvernementales et de l'industrie.

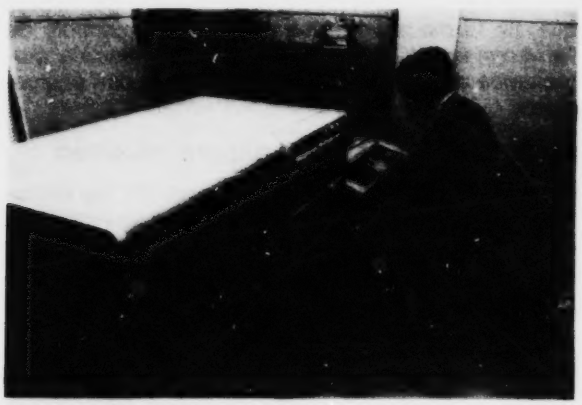
## Industrie minière de la potasse

L'industrie minière de la potasse du Canada est une importante source de rentrée de devises. Les techniques lui font toutefois défaut, ce qui l'empêche pour l'heure de réaliser son potentiel. Le CANMET pilote une série de grands programmes de recherche et de développement, en collaboration avec l'industrie, qui ont pour but d'améliorer le taux d'extraction de la potasse brute ainsi que le taux de récupération de la potasse pendant le traitement. Ces programmes se poursuivront dans les prochaines années.

## Mise au point de modèles

Le CANMET a continué de mettre au point et d'améliorer les techniques numériques servant à l'analyse des contraintes et de la stabilité des formations géologiques. Les modèles numériques mis au point pour ces travaux constituent la base de la nouvelle mécanique des roches et trouvent d'importantes utilisations dans l'exploitation minière en profondeur d'aujourd'hui. La prévision et l'évaluation de la réaction du sol à l'exploitation minière sont devenues un élément important de l'aménagement et de la planification des mines, puisqu'elles permettent de quantifier les contraintes et les déplacements provoqués dans la roche par l'exploitation minière, et par suite de prévoir et d'interpréter de façon rationnelle le comportement du sol.

L'installation d'un mini-ordinateur VAX-11 750 a permis de se consacrer plus entièrement à la conversion des progiciels de modélisation numérique, ce qui facilitera le transfert de technologies au milieu du génie minier. On a aussi créé pour ce mini-ordinateur un progiciel interactif d'infographie et d'analyse statistique (DATA PLOT) qui a largement servi dans divers projets de recherche du CANMET.



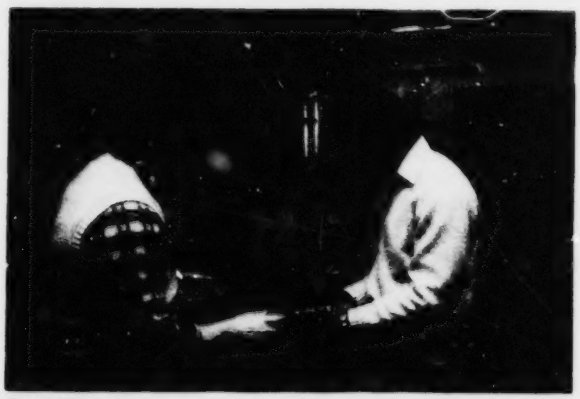
*Système VAX-11/750*

## Propriétés de la roche et systèmes de soutènement

Une portion grandissante des mines souterraines canadiennes seront des mines en profondeur soumises à de fortes contraintes, de sorte qu'il faudra tenir compte dans leur aménagement de la résistance après fissuration et des propriétés de déformation de la roche. Pour bien soutenir le sol en profondeur, il faut de la recherche et, dans cette perspective, établir d'abord l'efficacité et les limites des systèmes actuels de soutènement souterrain dans les mines, mettre au point de nouvelles méthodes de soutènement, définir avec davantage d'exactitude les équations constitutives décrivant la résistance et les propriétés de déformation de la roche, afin d'accroître la précision et le raffinement des analyses servant dans l'aménagement des mines, et enfin élaborer de nouvelles méthodes et techniques d'essai, pour permettre de déterminer en laboratoire les propriétés requises.

L'élaboration d'une méthode d'essai de détermination de la résistance résiduelle et des propriétés de déformation de la roche a été parachevée. La nouvelle méthode sert actuellement à déterminer les propriétés de la roche, en même temps que sont menées des études sur la mécanique des roches, aux mines de Copper Cliff South, de Prince, de Springhill et de Donkin-Morien.

On a aussi élaboré une nouvelle méthode d'essai qui permet d'établir les variations du coefficient de frottement le long des fissures en fonction de la rugosité de la surface des fissures. Les résultats des essais initiaux ont montré que la méthode permet aux chercheurs de distinguer les influences des diverses caractéristiques de rugosité de la surface sur le coefficient de frottement.



*Scientifiques examinant des échantillons de roche soumis à un essai de perméabilité*

Une analyse paramétrique a permis de définir les relations entre les propriétés de la masse rocheuse, la géométrie des ouvertures souterraines et les contraintes in situ, par rapport à la stabilité d'ouverture souterraine non soutenue et boulonnée. Grâce aux résultats de cette analyse, on a mis au point une nouvelle méthode d'analyse qui peut servir à analyser la stabilité de la masse rocheuse et, par suite, à établir les conditions de soutènement.

Enfin, une étude préliminaire portant sur les résidus miniers gelés, entreprise à contrat par la Nantar Engineering Limited, a permis d'acquérir une meilleure compréhension des notions ayant trait à l'exploitation mi-

nière dans des sols dont la température se situe sous le point de congélation.

## Stabilité locale et régionale

Le CANMET a poursuivi son étude de la stabilité souterraine qui porte sur la fissuration de la roche, et en particulier sur les coups de toit, provoqués principalement par la présence de contraintes élevées. À l'aide d'appareils de mesure ainsi que de modèles empiriques et informatiques, on étudie diverses méthodes d'aménagement et d'extraction qui permettraient de prévenir la fissuration. Les problèmes créés par la présence de contraintes dans les roches sont plus souvent associés à l'exploitation minière en profondeur ou aux opérations à taux d'extraction élevés, la manifestation de la présence de ces fortes contraintes pouvant être l'effondrement de piliers ou du toit, soit progressivement soit violemment, ce qui dans ce dernier cas produit un coup de toit. Au cours des deux dernières années, il s'est produit des coups de toit dans dix mines en roche dure du nord de l'Ontario. Fort heureusement, grâce à la mécanique des roches, il existe aujourd'hui des moyens qui permettent d'étudier et de comprendre le phénomène des coups de toit, en vue d'élaborer des stratégies de prévention, et l'industrie a de plus en plus recours à ces moyens.

L'installation d'équipements et d'appareils de mesure supplémentaires a permis d'élargir les programmes de contrôle des contraintes dans les mines d'uranium d'Elliot Lake. Il a fallu transformer certains matériels d'essai au laboratoire d'Elliot Lake pour être en mesure de poursuivre les études, mais la compréhension des problèmes créés par les contraintes dans ces mines a beaucoup progressé. Des coups de toit survenus dans la mine Quirke, à Elliot Lake, ont permis de constater que de nombreux boulons mécaniques avaient cédé, tandis que les dispositifs de soutènement à frottement ont résisté sans qu'il n'y ait trop de dommage.

On a aussi fait l'essai d'un détecteur d'événements sismiques à émission acoustique hautes fréquences dans trois mines souterraines en roche dure du nord de l'Ontario. Les résultats ont indiqué que la portée de ce matériel était extrêmement limitée et que son fonctionnement était grandement perturbé par certaines conditions normales d'exploitation minière.

## Caractérisation de la masse rocheuse

Le CANMET s'est rendu compte que l'évaluation des conditions de stabilité et de soutènement dans les mines souterraines se ferait mieux si on disposait d'une stratégie globale de caractérisation de la masse rocheuse. L'adoption de la stratégie permettrait, entre autres, de réconcilier les rôles passablement disparates du géologue minier et de l'ingénieur de stabilisation des sols, professionnels qu'embauchent de nombreuses mines canadiennes. Du point de vue technique, on peut espérer qu'elle permettrait d'améliorer notre compréhension de l'interaction de la masse rocheuse et des systèmes de soutènement, tels les remblais.

On sait maintenant aussi que des opérations précises de l'exploitation minière présentent des conditions spéciales de stabilité et de soutènement et que dans ces cas, pensons par exemple aux stots de surface, il faut des systèmes spécialisés de caractérisation de la masse rocheuse.

Pendant la première phase d'étude, des efforts considérables ont été déployés pour déterminer les caractéristiques de soutènement en laboratoire et in situ de divers types de remblais cimentés de sable et de roche. Les effets de la granulométrie, de la teneur en ciment, de la substitution de la scorie et de la température ont été étudiés. Il a été constaté que le remblai cimenté prend beaucoup plus de temps à durcir dans certaines mines du nord du Canada que dans les mines plus chaudes. Des essais in situ exécutés dans une mine, où la température de la roche était de 6°C, ont indiqué que la résistance optimale n'était atteinte qu'après une année, comparativement à 28 jours pour des essais en laboratoire à température ambiante.

Il a aussi été constaté que la granulométrie de l'agrégat et le choix de la dimension absolue des particules étaient des facteurs déterminant de la résistance et de la rigidité du remblai. Dans de nombreux cas, le choix d'un agrégat de meilleure granulométrie pouvait entraîner la réduction des quantités de ciment ajoutées. Des essais se poursuivent pour contrôler la variation de la rigidité du remblai dans le temps et en fonction des opérations d'extraction menées dans le voisinage.

Un levé détaillé des formations géologiques entourant le stot de surface de la mine Selbaie, au Québec, a été fait. Les renseignements obtenus serviront à élaborer de futurs modèles de blocs grâce auxquels on tentera de prévoir le mouvement et la stabilité de la roche fissurée et les conditions de son soutènement. On a aussi mesuré, à la mine Selbaie, les contraintes à faible profondeur.

Du matériel a été mis au point qui permettra d'exécuter des profils de rugosité sur des blocs échantillons. Une étude des modèles empiriques de prévision de la rigidité indique par ailleurs que les modèles profilométriques en cours d'élaboration permettront d'obtenir des données plus cohérentes qui alimenteront un modèle de blocs rigides. Des progrès ont aussi été accomplis dans la détermination des 'blocs clés' ainsi que dans la compréhension du décalage des champs de contraintes in situ et de l'effet de la rigidité des fissures sur la stabilité des coins de roche.

# SANTÉ ET SÉCURITÉ DANS LES MINES

La sévérité des mesures de santé et de sécurité relatives au milieu de travail et à la présence dans ce milieu d'effluents liquides et gazeux provenant des opérations minières et métallurgiques a imposé de grandes contraintes à l'industrie. La recherche sur les problèmes liés à l'environnement étant rarement rentable, l'industrie a tendance à réduire au minimum de telles

dépenses et à se doter de solutions à court terme. Le développement de la technologie qui permettra de résoudre à long terme les problèmes d'environnement, de santé et de sécurité dépend donc de l'initiative des gouvernements. Le CANMET, en collaboration avec d'autres organismes fédéraux et provinciaux, est un important intervenant dans le domaine.

## Santé dans les mines et recherche et développement

La détermination et l'adoption des techniques les mieux adaptées d'amélioration du milieu souterrain et la participation aux activités d'optimalisation des conditions de travail sont devenues un élément majeur des travaux entrepris dans les Laboratoires de recherche minière du CANMET.

Les travaux se répartissent en quatre grands volets: la ventilation; le contrôle du milieu; les études d'impact sur la santé; ainsi que la réduction des émissions de diesel et la certification du matériel diesel en fonction des conditions de ventilation souterraine.

Les projets s'intéressant à la ventilation ont trait aux mines de charbon de même qu'aux mines de minerais métallifères et non métallifères, et, par suite, le modèle informatisé de réseaux de ventilation est applicable (et est de fait utilisé) à divers types de mines souterraines. Les travaux de recherche et de développement se poursuivent dans le but de perfectionner ce modèle, et plus précisément d'améliorer les techniques permettant de résoudre les problèmes de haute température ambiante, d'humidité élevée et de réfrigération.

*Salle de contrôle des émissions toxiques de machines diésels*

Les travaux de contrôle du milieu ont surtout porté sur l'évaluation des éléments toxiques présents dans les mines souterraines à l'aide de matériel de laboratoire adapté aux utilisations sur le terrain (c'est-à-dire dans les mines) ainsi que sur la mise au point et l'évaluation de capteurs permettant de contrôler en continu la qualité du milieu souterrain site d'une activité industrielle.

Le CANMET a poursuivi ses études d'impact sur la santé liées au milieu souterrain, dans le cadre desquelles a été défini un indice de qualité de l'air constamment réévalué. Dans les mines souterraines, le principal agent polluant est le moteur diesel et, en conséquence, la majorité des projets de recherche et de développement exécutés par le personnel du CANMET ou donnés à contrat portent précisément sur ce sujet.

Pour ce qui est des équipements de réduction des émissions de diesel, le CANMET a été intimement associé à la mise au point d'épurateurs à eau à chicanes, d'épurateurs à venturi, d'épurateurs céramiques à élimination totale et de systèmes à émulsion huile, tous conçus pour réduire les émissions toxiques des moteurs diesels. Pendant l'exercice, les travaux se sont poursuivis pour perfectionner ces dispositifs, notamment les filtres régénérateurs qu'il n'est pas nécessaire de retirer des machines en service. Des résultats importants et encourageants ont été obtenus et les travaux se poursuivront en 1984-1985.

## Rayonnements — En milieu souterrain

Les travaux de recherche et de développement du CANMET ont continué de porter sur la mise au point d'appareils de contrôle des rayonnements, sur la mesure des dangers des rayonnements en milieu minier et sur l'évaluation complète des expositions personnelles, ainsi que sur la création d'un centre national d'essais et d'étalonnage des équipements de contrôle des rayonnements.

La société EG & G Canada a continué de mettre au point à contrat un système passif d'acquisition de données sur le rayonnement capable de contrôler les rayonnements alpha, bêta et gamma en milieu souterrain et dans les tas de résidus. La société Alpha-NUCLEAR a pour sa part terminé de mettre au point un dosimètre alpha personnel passif et planifie actuellement des essais en laboratoire et sur le terrain. Cette société apporte également, à contrat, des modifications à un système informatique à contrôle continu des descendants du radon et du thoron destiné à des utilisations souterraines.

Un programme d'identification et de mesures (concentration et granulométrie) de la poussière radioactive tenace en milieu souterrain progresse de façon satisfaisante.

Le CANMET a aussi lancé un programme d'évaluation des niveaux de rayonnement ambiant par contrôle des émanations de radon gazeux et des produits de désintégration ainsi que des variables météorologiques. Ce programme s'accompagne d'une étude des effets des opérations de remblayage sur les niveaux de rayonnement souterrain et de la variation des niveaux de rayonnement associés à d'autres opérations minières souterraines précises. Ces projets sont menés dans les chantiers de la Denison Mines Limited.

Les travaux préparatoires à la construction de l'installation nationale d'essais radon thoron ont été parachevés et la conception définitive de cette installation a été arrêtée.

## Poussières inhalables — En milieu souterrain

La poussière nuit beaucoup au confort et à la santé à long terme des travailleurs dans toutes les exploitations minières. Non seulement les poussières en suspension dans l'air peuvent créer une nuisance dans les zones confinées d'une mine, mais aussi la poussière de certains minéraux peut causer des maladies des voies respiratoires comme la silicose, l'amiantose ainsi que des cancers comme celui du poumon. Les embruns de lubrifiants et les gaz d'échappement des moteurs diesels contiennent des poussières et des gaz nocifs. Dans les mines d'uranium, toute particule de poussière peut transporter des descendants du radon dans les poumons et dans l'estomac où les rayonnements alpha et bêta peuvent donner naissance à des cancers.

*Forage d'un front de taille-opération minière typique qui peut être la cause de la pollution du milieu souterrain par la poussière, le bruit et les vibrations*

Il faut donc élaborer des méthodes et des programmes de mesure de même qu'il est nécessaire de prévoir l'exposition des travailleurs, en tenant compte qu'il existe de grandes fluctuations statistiques dans l'espace et dans le temps. Par ailleurs, il faut connaître les origines, le caractère, la composition, la granulométrie ainsi que d'autres caractéristiques de la poussière pour être en mesure de déterminer des techniques efficaces de lutte contre la poussière et d'orienter et interpréter les études épidémiologiques. Ces travaux nécessitent l'établissement d'une base de données complète à partir d'échantillonnages effectués dans les mines en collaboration avec des spécialistes des rayonnements et des émissions diesels.

Dans cette optique, on continue d'étudier la possibilité de doser le quartz dans la poussière de mine par spectroscopie infrarouge à partir de dépôts de poussière sur des membranes filtrantes.

Les difficultés éprouvées dans la détermination du poids de petites quantités de quartz déposé sur des filtres dans le but de s'en servir comme étalons dans la méthode par spectroscopie infrarouge ont amené le CANMET à étudier d'autres méthodes de détermination.

Les chercheurs du CANMET ont ainsi rédigé des programmes d'ordinateur qui produisent des distributions log-normales de données sur la poussière de quartz à partir d'un paramètre provenant du programme d'échantillonnage CAMPEDS mené en 1978 dans le but d'obtenir une évaluation statistique de l'empoussièrement dans les mines. Ces distributions ont ensuite été transformées par l'addition d'une constante à chacune des valeurs puis les résultats ont été analysés graphiquement, ce qui a permis de simuler une comparaison entre les deux techniques d'échantillonnage.

À la demande de la Commission de contrôle de l'énergie atomique, un programme a été rédigé pour reformater les données du programme CAMPEDS.

Les efforts de lutte contre la poussière portent sur l'amélioration des méthodes d'extraction et de manutention de la roche, de façon à réduire au minimum la dispersion de la poussière dans l'air, sur le filtrage de la poussière en suspension dans l'air, sur la mise au point de techniques d'humidification ainsi que sur l'optimalisation de l'aménagement et de la ventilation des mines. De fil en aiguille, on en arrivera un jour aux mesures optimales, qui supposent la suppression complète de la poussière et l'intégration de méthodes d'élimination dans le matériel minier et dans les techniques d'exploitation.

Les résultats de l'étude médicale mixte des lieux de travail et des expositions ambiantes menée à la Labrador West Iron Ore Mines sont en train d'être analysés et des rapports scientifiques seront publiés sur le sujet.

Le prototype d'un capteur optique de fibre d'amiante est en cours d'essai en laboratoire.

On met par ailleurs au point un capteur optique capable de contrôler séparément les émissions diesels et la poussière minérale présente dans un embrun mixte. Il est prévu que ce capteur sera compatible avec le système Conspect qui transmettra les données à un calculateur qui les traitera en surface.

Les méthodes de contrôle par diffraction aux rayons X et par gravimétrie de la poussière en suspension dans l'air des mines suscitent un renouveau d'intérêt en Ontario. Le laboratoire aide de nombreuses mines à établir des programmes de contrôle. Des publications sont en

cours de rédaction sur le système de mise au point au laboratoire d'Elliot Lake et sur les raisons qui justifient son emploi. Cette tâche a nécessité un supplément de travaux expérimentaux qui ont permis de perfectionner le système. Un contrat a été offert pour la mise au point d'un échantillonneur de poussière CAMPEDS qui s'adapterait à la lampe et à la batterie de mineur améliorées en cours de développement.

Enfin, la poussière des minerais sulfurés étant difficile à humidifier, une étude en laboratoire portant sur l'emploi de surfactants et sur leur influence sur la flottation subséquente de la poussière est en cours.

## Bruit et vibrations — En milieu souterrain

Bruit — Il y a plus d'une dizaine d'années, des travaux intensifs ont été entrepris dans les mines canadiennes sur la protection de l'ou*S95*e des travailleurs et sur les tests audiométriques. Aujourd'hui, la mesure du bruit fait partie des méthodes courantes dans certaines sections de l'industrie. Le CANMET a contribué au transfert de la technologie disponible de mesure du bruit à l'industrie minière par le biais d'un programme coopératif de mesures sur le terrain et il a participé activement à l'élaboration des équipements de mesure adaptés aux mines.

Actuellement, le principal effort porte sur la dosimétrie personnelle des bruits qui, estime-t-on, sera la plus compatible avec la mesure de l'indice d'exposition aux bruits (IEB) dans les mines. Les dosimètres de la nouvelle génération produiront automatiquement toutes les données statistiques essentielles dont ont besoin les travailleurs, la direction, le syndicat et les services de l'environnement pour mettre en oeuvre le système IEB, qui par ailleurs met en lumière l'important rôle que jouent les programmes informatiques, l'ordinateur pouvant même produire les rapports voulus.

Des études sur la mesure du bruit ont eu lieu à quatre mines de la Falconbridge (Falconbridge, Strathcona, Fraser et Lockerby). Ces études avaient pour but d'étudier la protection personnelle par l'évaluation pratique et théorique de tous les aspects du bruit, et de mesurer l'IEB conformément aux prescriptions de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), pour augmenter le nombre des analyses de fréquence et statistiques permettant d'évaluer l'efficacité des casques antibruit et de contrôler les niveaux d'exposition au bruit pour tous les postes de travail. L'efficacité des casques antibruit avait été établie antérieurement pour certaines conditions de travail à ces quatre mines, dans lesquelles on avait aussi étudié l'efficacité de diverses enceintes comme moyen d'atténuer les sources de bruit.

Dans les grandes mines souterraines du Canada, les équipements diesels les plus courants sont les chargeuses-déchargeuses et les camions de transport du minerai, ces derniers étant les plus bruyants (pour leurs conducteurs). Des études ont été menées à la mine Strathcona de la Falconbridge pour déterminer les niveaux de bruit produits par l'échappement d'un tram*way à godets et les* niveaux d'exposition de l'opérateur à ce bruit dans quatre conditions: sans silencieux, avec un petit filtre, avec un gros filtre, et enfin avec un gros filtre, un silencieux et un dilueur de fumée d'échappement, dans le but de trouver et de recommander des moyens d'améliorer les conditions de travail et de réduire le bruit.

Des mesures du bruit impulsif de véhicules ont été effectuées aux mines d'uranium Stanley de la Rio Algom et des essais du système de ventilation de la Rio Algom ont été parachevés. Tous les autres essais portant sur le matériel minier menés dans les mines, les usines et la fonderie de la Falconbridge ont aussi été parachevés.

Une étude sur le bruit ambiant menée à la Indusmin Limited, à Midland en Ontario, a montré qu'il est possible de réduire le niveau de bruit autour de l'usine. La clé de la solution est le resserrement de la collaboration entre la société et la municipalité.

Vibrations — L'exposition professionnelle à des vibrations assez fortes peut nuire au confort, à l'efficacité, à la sécurité et à la santé des travailleurs. À cet égard, il y a lieu de distinguer entre les effets des vibrations transmises simultanément à l'ensemble du corps ou à une partie substantielle de celui-ci, les effets des vibrations transmises à l'ensemble du corps par les parties en contact, tels les pieds ou la région fessière, et les effets des vibrations appliquées à une partie donnée du corps.

D'un point de vue pratique, il est commode de traiter séparément les problèmes causés par les vibrations transmises à l'ensemble du corps et les vibrations transmises par les mains. Les effets des vibrations sur les travailleurs des mines et des usines de traitement canadiennes n'ont pas encore été définis avec précision. On sait cependant que les vibrations, notamment celles qui sont transmises aux mains par les puissantes foreuses pneumatiques, sont des sources de danger.

Des travaux expérimentaux menés à l'Université de la Colombie-Britannique dans le cadre d'un contrat du CANMET ayant justement porté sur les foreuses ont permis d'obtenir l'ensemble de données le plus complet jamais collecté en Amérique du Nord. Ces données ont permis de représenter de façon détaillée les caractéristiques dynamiques des foreuses d'emploi courant et serviront à évaluer les effets des vibrations sur les travailleurs ainsi qu'à établir les modifications qui contribueront à réduire les niveaux de vibrations. Les résultats des essais ont montré que des réductions importantes des niveaux de vibrations peuvent être obtenus à l'aide de systèmes amortisseurs.

## ENVIRONNEMENT

Les opérations d'extraction, de traitement de minéraux, de fonderie et de raffinage produisent de grandes quan-

tités de déchets solides, liquides et gazeux dont la plupart sont toxiques pour la vie animale et humaine et pour le milieu.

Les objectifs de recherche du CANMET sont de mettre au point des techniques efficaces de neutralisation des effets toxiques de ces déchets.

## Traitement des effluents toxiques

Les industries minières et métallurgiques canadiennes déversent dans l'environnement des effluents liquides et solides qui contiennent des matériaux de gangue et des métaux comme l'arsenic, l'antimoine, le zinc et le plomb. Ces métaux sont présents en petite quantité et leur récupération n'est habituellement pas rentable. Ils posent néanmoins un problème pour le milieu, notamment lorsque les effluents alcalins neutralisés subissent un changement de pH et deviennent acides. L'acidité, qui peut être produite par les pluies acides ou provenir de l'acide sulfurique résultant de l'oxydation des sulfures des résidus, lessive les métaux présents en trace dans ces résidus et contamine en conséquence les cours d'eau. La présence de thiosels dans les effluents de flottation est tout autant indésirable car ces produits sont une source d'acidité future dans les bassins à résidus et les cours d'eau. Au cours du présent exercice, des travaux ont été menés sur l'élimination de l'arsenic des effluents ainsi que sur la qualité et le traitement des effluents contenant des thiosels.

## Réduction des émissions pyrométallurgiques nocives

L'émission d'éléments nocifs et de leurs composés pendant le traitement pyrométallurgique des minerais et des concentrés canadiens est un problème qui préoccupe les organismes fédéraux et provinciaux de protection de la santé et de l'environnement ainsi que l'industrie privée. Un problème particulier est celui du grillage et de la fonte des métaux non ferreux qui produisent du dioxyde de soufre ($SO_2$), des émissions d'arsenic et de mercure et souvent de petites quantités d'autres éléments toxiques comme le cadmium, le sélénium, le tellure et le plomb. Dans cette perspective, il est nécessaire de se doter de données définitives sur la distribution de ces éléments traces dans les concentrés et les circuits de traitement ainsi que sur les moyens par lesquels ils sont transportés. Sont également nécessaires des données qui permettront de modifier les schémas de traitement, afin de mettre au point des équipements antipollution qui permettront d'extraire et d'éliminer ou de récupérer ces éléments. Cela pourrait être notamment le cas pour les éléments qui sont associés aux poussières des fonderies qui, par suite de raisons économiques ou à cause de leur éloignement, ne sont pas dotées d'une usine de production d'acide et qui constituent donc des problèmes particuliers, de même que les opérations de grillage associées à la récupération de l'or, de l'argent, du nickel et du cobalt des minerais arsenicaux.

*Ventilateurs-absorbants*

Les travaux de recherche entrepris à cette fin incluent la détermination des propriétés thermiques des arséniures et des arséniates, de la réaction du $SO_2$ sur les minerais de pyrotypes et sur la capture du $SO_2$ par des matériaux solides associées aux opérations de métallurgie.

## Élimination des résidus d'uranium

L'extraction et le traitement de l'uranium produisent de grandes quantités de déchets faiblement radioactifs qui sont habituellement entassés sur terre, sous la forme de résidus. L'altération par le climat de ces résidus provoque l'oxydation des sulfures métalliques, ce qui produit de l'eau de porosité extrêmement acide qui lessive les matériaux des résidus. Par suite du cycle de l'eau, cette eau de porosité acide, qui agit comme véhicule de transport des divers métaux et radionucléides, migre vers le milieu voisin par infiltration de surface ou souterraine et en dégrade considérablement la qualité. Les objectifs de recherche du CANMET ont été de mettre au point des méthodes de traitement et d'élimination des résidus et de stabilisation en surface des tas de résidus inactifs, ainsi que de réduire les effets nocifs du transport des contaminants par écoulement de surface, la pollution de l'eau souterraine par infiltration souterraine et l'érosion superficielle par les vents et par l'eau.

La plupart des travaux ont été menés à la mine Nordic d'Elliot Lake où on a obtenu d'encourageants résultats dans le domaine de l'hydrologie, de l'établissement de la distribution des produits chimiques et des radioisotopes dans les résidus solides et dans l'eau de porosité, ainsi que de la migration des contaminants dans l'aquifère voisin (études des panaches de contamination). On a aussi réussi à définir le régime d'écoulement des eaux souterraines dans la zone de stockage des résidus et des études hydrogéochimiques se poursuivent pour contrôler la migration des contaminants à partir des résidus.

Les travaux sur les caractéristiques de la lixiviation par inondation de divers mélanges de roche broyée prove-

nant de résidus d'uranium lixiviés en tas et de boues de gypse et d'hydroxyde de fer ont été parachevés.

On a également parachevé la première phase des essais lysimétriques à l'échelle du laboratoire de mesure du flux de transport et des coefficients de transfert de divers contaminants provenant de résidus d'uranium pyritiques immergés en eau profonde. Il a été constaté que ces résidus se trouvaient dans un milieu réducteur et on croit que dans ces conditions il peut se produire une minéralisation secondaire au sein des résidus. D'autres travaux sont en cours pour divers autres types de résidus et conditions d'élimination.

Dans le cadre d'autres travaux, on a mesuré les concentrations de radon dans des résidus en fonction de la profondeur, les paramètres de diffusion du gaz et son flux de surface, de même que divers paramètres météorologiques, à l'aide de moniteurs continus in situ et de cartouches de charbon activé. Les résultats ont montré que les taux d'émission du radon dépendent de la température, de la pression, ainsi que de la teneur en eau et de la porosité des résidus. Il a été constaté que les taux d'émission du radon sont les mêmes pour les résidus à découvert et les résidus recouverts d'une couche de végétation.

### Neutralisation des résidus d'uranium

Le CANMET a poursuivi les recherches sur les nouvelles méthodes d'extraction ou de séparation des polluants de l'environnement dans les résidus de lixiviation des usines de concentration d'uranium. L'objectif est de faciliter le dépôt de ces résidus dans des décharges, en émettant le moins de polluants possible dans l'environnement.

Le CANMET a ainsi continué ses études lysimétriques des résidus afin de déterminer s'il existait des relations entre les résultats obtenus au laboratoire et obtenus par suite d'essais sur place et afin de déterminer s'il était possible de prévoir avec précision les changements chimiques et physiques survenant dans les résidus. On a pu établir des corrélations entre les résultats obtenus par des cycles simulés d'altération climatique et des mesures effectuées in situ.

Sont aussi étudiés les effets de l'emploi de compost ou d'engrais et d'une couverture végétale sur l'infiltration, en la présence et en l'absence de bactéries; les effets de différentes techniques d'élimination des résidus (couche par couche, dépôts plus épais, etc.) comparativement à l'élimination aléatoire normale, à l'aide de lysimètres; et les effets des cycles de gel et de dégel.

Les expériences en laboratoire simulant l'emploi de déchets de bois pour réduire la pollution des eaux acides de mines menées à Elliot Lake ont été parachevées. Bien que les résultats préliminaires sur la quantité d'eau pouvant être traitée soient favorables, il faudra mener une expérience sur le terrain à grande échelle pour établir hors de tout doute que le procédé est viable avant d'entreprendre les longs travaux d'optimalisation.

Il est bien connu que des organismes microbiens retiennent les ions métalliques lourds présents dans les solutions aqueuses. De récents travaux de laboratoire ont permis d'identifier divers champignons de bois tendre et de bois dur qui ont par la suite été mis en contact avec des résidus miniers contenant du radium. Les résultats ont indiqué que la nature des copeaux de bois employés n'avaient pas d'effet sur l'adsorption du radium par les différents organismes. Des données obtenues ultérieurement ont montré que la désorption du radium se faisait assez rapidement et que le phénomène ne durait pas suffisamment longtemps pour rendre pratique la récupération du radium.

La mise au point d'une technique au HCl destinée à remplacer la technique classique de lixiviation au $H_2SO_4$ du minerai d'uranium a permis de solubiliser les radionucléides présents dans la solution de chlorure. Diverses résines d'échanges d'ions ont été soumises à des essais. La résine présentant la meilleure capacité à ce jour est la résine Dow; on continue cependant d'étudier cette résine ainsi que les propriétés d'adsorption d'autres matériaux.

### Enfouissement des résidus sous une couverture végétale

Le stockage en surface des résidus d'uranium donnera lieu, peut-on prévoir, au lessivage à long terme des contaminants environnementaux sous l'action des pluies acides et d'autres mécanismes d'altération climatique. Une des méthodes actuellement étudiée pour la réduction des effets de l'altération climatique des résidus sur l'environnement est l'enfouissement des résidus sous une couverture végétale.

Le rôle du CANMET consiste à faire la démonstration et l'évaluation de diverses méthodes de mise en place et d'entretien de la couverture végétale sur résidus, notamment sur les résidus d'uranium, et de contrôler les effets de la couverture sur la qualité des eaux de ruissellement et des eaux d'infiltration ainsi que sur les taux des émanations radioactives.

L'absorption des contaminants par la végétation a été mesurée pour divers herbes, légumes, arbrisseaux et arbres croissants sur les résidus recouverts d'une couche végétale et dans les environs. Des quantités mesurables de substances radioactives ont été constatées dans toutes les plantes, mais on n'a pas observé de variation significative entre les diverses parties des plantes. On a trouvé des accumulations de radionucléides dans des bleuets, des tomates et des pommes poussants sur ces résidus ou dans le voisinage, ainsi que dans les squelettes de rats des champs qui vivaient sur les résidus.

## MISE AU POINT DE MATÉRIAUX

L'objectif général de cette sous-activité est d'améliorer les propriétés des matériaux d'origine minérale et d'étendre leurs utilisations. L'emploi accru de ces matériaux est considéré comme le dernier maillon important

de la chaîne de l'exploitation des minéraux; il a une grande incidence sur les étapes précédentes de l'exploration, de l'abattage, de l'extraction, de la concentration et de la production. Des recherches sont en cours pour améliorer la résistance des métaux à la corrosion et à l'abrasion, pour augmenter leur soudabilité, pour mettre au point des méthodes de mesure de la résistance à la rupture des matériaux ductiles et des contraintes résiduelles dans les structures, et enfin pour élucider les relations qui existent entre la microstructure et les propriétés physiques des alliages industriels. De plus, des recherches sont effectuées pour mettre au point des bétons destinés à des milieux agressifs et à des utilisations spéciales, notamment par l'incorporation de déchets ou de résidus, et pour améliorer le rendement des matériaux réfractaires utilisés en sidérurgie.

## Mécanismes de corrosion

Les travaux de l'exercice ont principalement porté sur les mécanismes d'inhibition dans des bouillies de charbon et d'eau produit par certains oxy-anions inhibiteurs. Ces inhibiteurs sont notamment des chromates, des molybdates, des tungstates, des phosphates et des oxalates et leurs effets ont été étudiés par détermination de la perte de masse et par technique d'électrochimie. Les résultats obtenus au moyen des deux techniques correspondent bien.

Les pellicules inhibitrices formées sur l'acier dans des solutions de chromates, de molybdates et de tungstates ont été analysées par spectroscopie photoélectronique à rayons X, par micro-analyse au moyen de sondes électroniques et par spectroscopie Auger. La pellicule formée de chromates semble contenir des espèces du chrome et être constituée de plusieurs couches, tandis que l'épaisseur des pellicules formées de molyddates et de tungstates étaient de l'ordre d'une couche.

D'autres travaux ont porté sur l'étude préliminaire de la résistance à la fissuration sous contrainte dans des solutions sulfurées de tubes sans soudure servant à la fabrication de matériels tubulaires d'exploitation du pétrole.

## Corrosion des conduites d'eau municipales

Les résultats d'une étude commandée par le CANMET ont révélé que dans de nombreuses villes du Canada les ruptures des conduites d'eau souterraines atteignent des proportions alarmantes. Pourtant, la documentation dont peut disposer le secteur public est rare et n'indique pas la nature des mécanismes à l'origine des ruptures ni de solutions viables au problème.

Une étude dont le but était de caractériser la nature et l'étendue du problème a été menée à Calgary, où la plupart des conduites d'eau municipales sont en fonte grise ou en fonte ductile. Il a été constaté que les ruptures se produisent par l'effet de contraintes mécaniques, ruptures qui sont les plus nombreuses l'hiver, et par suite de la corrosion, ruptures dont le nombre est relativement constant sur toute l'année. De nombreuses ruptures résultent aussi de la combinaison des contraintes mécaniques et de la corrosion. Plus particulièrement, il a été constaté qu'un certain nombre de conduites d'eau en fonte ductile avaient percé par suite de la corrosion de la paroi seulement après cinq à dix années de service en sol corrosif.

Un rapport sur les résultats de l'étude menée à Calgary a été rédigé et distribué à un certain nombre de villes du Canada. Les résultats ont aussi été dévoilés par l'entrepreneur chargé de l'étude à des conférences tenues à St. John's, à Edmonton et à Toronto.

## Écoulement plastique, rupture et analyse des contraintes

On a continué au cours de l'exercice de travailler à l'établissement et à l'amélioration des installations d'essais permettant d'étudier la mécanique des ruptures. Les essais de détermination de l'intégrale J, de KIC et du CTOD peuvent maintenant être exécutés sur des éprouvettes à point de flexion unique à toutes températures se situant entre $-150°C$ et $+150°C$. Les modes opératoires associés et l'analyse des données sont entièrement informatisés.

Des études ont été menées sur certains aspects précis de la mécanique des ruptures, tels l'éclatement provoqué par les fissures courtes tronquées dans les matériaux friables et l'utilisation de petites éprouvettes pour déterminer les propriétés de ténacité des matériaux. Les travaux sur l'évaluation de la méthode de perçage de trous de sonde comme moyen de détermination des contraintes résiduelles se sont poursuivis.

## Diffractomère X de contraintes portatif du CANMET

Grâce à la mise au point ces récentes années de détecteurs légers, sensibles aux rayons X, et permettant de déterminer avec précision la position du photon X incident, on peut songer à mesurer sur le terrain les contraintes superficielles dans des structures de toutes sortes à l'aide d'un diffractomètre X véritablement portatif.

Il existe aujourd'hui dans le commerce plusieurs diffractomètres X de contraintes qui sont, à divers degrés, portables ou transportables. Malgré cette concurrence, la mise au point du diffractomètre X de contraintes portatif du CANMET se poursuit car sa conception comporte plusieurs caractéristiques enviables, sans compter qu'il est possible de construire le premier prototype du commerce en supprimant les inconvénients des appareils concurrents.

Le diffractomètre du CANMET sera conçu pour pouvoir fonctionner en modes d'exposition multiple ou unique, c'est-à-dire avec un ou deux détecteurs.

Les deux modes de fonctionnement présentent chacun des avantages opérationnels, qu'offrira simultanément l'appareil du CANMET. En outre, le diffractomètre du CANMET peut collecter et traiter des données d'une manière qui améliore considérablement la précision de la détermination des contraintes dans des structures dont la texture cristallographique présente des grains déformés ou encore des gradiants. Des demandes de brevet protégeant cette technologie ont été déposées au Canada, aux États-Unis, au Japon et dans sept pays d'Europe.

L'exécution d'essais d'installation menés avec le modèle expérimental ou technique a permis d'évaluer la performance de l'appareil au CANMET au cours de l'exercice.

## Microstructure et propriétés des alliages industriels

L'étude des aciers micro-alliés a porté sur la recristallisation et la vitesse de transformation par refroidissement continu (TRC) des plaques et des zones attaquées par la chaleur (ZAC), sur les pièces soudées ainsi que sur les micromécanismes de fracture par clivage dans les plaques et les zones attaquées par la chaleur. On s'est servi du dilatomètre de déformation à la trempe pour déterminer les caractéristiques de TRC d'aciers micro-alliés en fonction de la température de déformation, de l'effort de déformation et de la vitesse de refroidissement. On a utilisé le microscope électronique à balayage et à transmission (MEBT) et l'analyseur d'images automatique (AIA) pour caractériser les microstructures d'aciers ferritiques composés partiellement aciculaires et pour établir une relation entre cette microstructure et la fracture par clivage.

Un nouveau microscope électronique à balayage (MEB) permettant les micro-analyses aux rayons X avec dispersion d'énergie a été connecté à l'analyseur d'images. On met au point des techniques d'analyse quantitative des images d'inclusions non métalliques obtenues au MEB ainsi que des techniques de caractérisation des distributions non uniformes des tailles des inclusions par la méthode des cellules de Dirichlet.

Les surfaces usées de plusieurs plaques d'acier expérimentales ont été caractérisées par des techniques de MEB et de métallographie optique. Les résultats ont été comparés à ceux d'essais d'abrasion effectués au laboratoire. Des modèles de mécanisme d'abrasion sous forte et faible tension ont été élaborés. Enfin, on a déterminé la microstructure et les propriétés mécaniques de fontes spinodales de cuivre-nickel-étain. On a étudié l'effet de l'addition d'un certain nombre d'éléments traces sur l'affinement des grains et on a tracé des courbes isothermes et isochrones de durcissement par vieillissement.

## Alliages à base de zinc

Étant donné l'importance industrielle des nouvelles fontes de zinc-aluminium, on a entrepris d'étudier les caractéristiques de fusion et d'améliorer la ductilité de ces alliages en modifiant leur microstructure. Ces travaux intéressant les producteurs de zinc et les propriétaires de fonderie, des échanges ont eu lieu avec le Centre de recherche Noranda, Cominco, les mines Kidd Creek et d'autres groupes industriels.

Au cours de l'année, le comité consultatif industriel, dont l'objectif est de faire connaître les attentes de l'industrie en ce qui concerne la mise au point de ces alliages importants, s'est réuni. On tient compte du point de vue du comité lorsqu'on planifie les recherches. Le comité a aussi pour but de faciliter le transfert des technologies qui pourraient être mises au point au CANMET.

Un contrat a été accordé à l'Université Queen's de Kingston pour l'étude de la structure et des propriétés mécaniques d'alliages de zinc-aluminium ayant subi une solidification anisotrope et contenant 8, 11 et 27 % d'aluminium. On a trouvé que le retrait sur la face inférieure dépendait de divers paramètres de coulage tels que l'échelonnement, le volume de la masselotte, l'utilisation de manchons isolants et la température de coulage. Les recherches ont permis de trouver les moyens d'éliminer matériellement ce défaut et une demande de brevet a été déposée. On a modifié la microstructure des alliages en ajoutant de petites quantités d'un certain nombre d'éléments et on a déterminé les propriétés mécaniques de certains alliages modifiés.

## Mise au point d'aciers de décolletage sans plomb

Les travaux à forfait se sont poursuivis en 1983-1984. Les recherches, menées sous la conduite du professeur D.A.R. Kay de l'Université McMaster, ont porté principalement sur le remplacement de l'aluminium dans des coulées d'acier de décolletage par du calcium et du niobium (le calcium pour désoxyder et le niobium pour agir sur la taille des grains). Les essais d'usinabilité à l'Université McMaster ont montré que, grâce à l'élimination des particules abrasives provenant de la désoxydation par l'aluminium, les outils s'usaient beaucoup moins.

Les recherches se poursuivent pour déterminer les quantités de calcium nécessaires pour garantir un volume minimum de l'agent de désoxydation anorthitique recherché.

On étudie actuellement des aciers industriels fournis par des aciéries canadiennes participant au programme. Au départ, une seule aciérie participait aux travaux; maintenant il y en a sept. En plus d'assurer le financement du programme, le CANMET fournit une aide technique en caractérisant les inclusions par des techniques de métallographie quantitative.

## Technologie de la solidification rapide

Ce projet a été mis sur pied pour stimuler la mise au point d'une technologie canadienne de la solidification rapide (TSR). Avant d'entreprendre un projet de recher-

che, on a évalué la situation actuelle et le potentiel industriel en matière de TSR. Cette technologie a un grand nombre d'applications possibles et elle fait l'objet de travaux de recherche à travers le monde. Par contre, elle est très peu connue au Canada.

On met au point actuellement un appareil rotatif de solidification rapide des métaux qui facilitera les premiers travaux de recherche dans ce domaine. D'autres rencontres avec des industriels permettront de définir les principaux objectifs de ce projet.

## Mise au point d'instruments et de techniques

La mise au point de nouvelles méthodes d'analyse basées sur le microscope électronique à balayage et la microsonde permettra d'obtenir des données cristallographiques qui compléteront l'analyse élémentaire effectuée à l'aide du spectromètre à rayons X à dispersion d'énergie. Le microscope électronique à balayage a été adapté de façon à ce qu'on puisse observer la diffraction des électrons rétrodiffusés.

Dans le cadre d'un grand nombre de projets du CANMET, on a effectué des analyses avec un microfaisceau qui ont souvent fourni des données indispensables au succès du projet. De plus, le CANMET a effectué des analyses au microfaisceau d'échantillons allant de pièces d'or à des boulons défectueux, qui lui avaient été fournis dans le cadre du programme START et d'autres programmes à recouvrement des coûts.

On a terminé la mise en service et l'étalonnage du microscope électronique à balayage et à transmission Philips EM400T. L'équipement est maintenant utilisé à temps plein pour la caractérisation de la microstructure de divers matériaux comme les aciers de pipeline, les bronzes de navire, des semiconducteurs et des supraconducteurs. Les techniques d'extraction de précipités des aciers et des bronzes, mises au point au laboratoire et utilisées en micro-analyse, sont maintenant éprouvées. On a installé un appareil de préparation et de nettoyage ioniques de films minces. Cet appareil fonctionne de façon satisfaisante. La mise au point de techniques de préparation d'échantillons de matériaux semiconducteurs (en collaboration avec les laboratoires Bell Northern) progresse. Dans le cadre de ce projet, on a effectué des études détaillées de défauts dans des dispositifs à base de Si et de GaAs.

## Hydrogène dans les aciers

Des analyses ordinaires de 100 échantillons fournis par des chercheurs des LRMP ont été effectuées.

L'analyse de plus de 400 échantillons d'aciers au carbone avant et après traitement avec une solution acide complexe (NAP) a fourni des données sur l'hydrogène superficiel et sur l'hydrogène résiduel (liaison interne). Les résultats ont montré que le traitement au NAP réduit la fragilisation par l'hydrogène.

Dans des études visant à réduire au minimum la diffusion de l'hydrogène par les aciers lors du stockage, on a immergé des échantillons dans de l'acide éthylènediamine-tétracétique (EDTA), dans de l'imidazole et dans un mélange d'imidazole et de pyridine alkylée. Ces expériences ont montré que le stockage à 0°C dans les substances mentionnées limite la perte d'hydrogène par diffusion pendant plus d'une semaine à environ 10 % de la concentration initiale.

## Performance et durabilité du béton

Les chercheurs du CANMET ont continué de recueillir des données sur les propriétés mécaniques et élastiques ainsi que sur la durabilité du ciment Portland (et du béton à base de ce ciment) fabriqué à partir de matériaux moins énergivores, en vue de son utilisation dans les milieux marins canadiens et dans les eaux acides du Nord canadien. Les matériaux de remplacement du ciment les plus prometteurs, qui consomment le moins d'énergie, sont le laitier granulé, les cendres volantes et le condensat de silice. L'énergie requise pour produire du laitier granulé est évaluée à seulement le quart de celle que nécessite la production du ciment Portland, tandis que les cendres volantes et le condensat de silice sont des sous-produits industriels. Comme le laitier et les cendres volantes produits par différentes sources ont des propriétés uniques selon la matière brute utilisée, il est essentiel d'effectuer des recherches pour obtenir des données sur le comportement à long terme des bétons fabriqués à base de ces matériaux, avec et sans super-réducteur d'eau, dans les conditions climatiques canadiennes.

On a entrepris une série d'études visant à fournir des données sur les propriétés mécaniques et élastiques de bétons fabriqués à partir de ces matériaux. On a aussi obtenu des données sur l'emploi combiné de cendres volantes et de condensat de silice dans le béton et sur la performance de bétons à base de condensat de silice dans des conditions de gel et de dégel répétés. On a inspecté des prismes d'essai installés à Treat Island (Main) et on a effectué des vérifications visuelles, pris des photographies et déterminé des vitesses d'impulsion.

On a terminé un rapport portant sur le remplacement partiel des agrégats fins dans le béton par de la poussière de calcaire. L'étude a montré qu'on pouvait remplacer jusqu'à 10 % des agrégats fins dans les bétons maigres. Des études sur la durabilité de bétons à air entraîné et sans air entraîné ont donné des résultats décevants. Par contre, l'emploi combiné de cendres volantes et de condensat de silice pour augmenter la résistance initiale du béton a donné des résultats encourageants.

## Corrosion des conduites en amiante-ciment

L'amiante est actuellement considérée comme un matériau très dangereux pour la santé publique et, bien qu'aucune corrélation directe n'ait été établie pour indiquer que l'ingestion de fibres d'amiante cause le cancer de l'estomac ou des intestins, on répugne de plus en plus à utiliser des conduites en amiante-ciment dans les réseaux d'aqueduc ainsi que dans les réseaux d'évacuation des eaux d'égout et des effluents industriels. L'approvisionnement en eau propre et un service sanitaire sûr comptent parmi les services essentiels dont doit se doter toute nation civilisée. Les conduites en amiante-ciment ont assuré ces services pendant des décennies, mais avec l'accent mis récemment sur les effets dangereux que peut produire l'amiante dans l'eau potable, une réévaluation des problèmes de corrosion dans les conduites en amiante-ciment s'impose.

On n'a pas effectué de travaux en laboratoire, mais deux rapports ont été produits à partir d'une étude des derniers ouvrages publiés dans le monde sur le sujet. Le premier renseigne les non initiés sur des questions relatives à la corrosion des conduites en amiante-ciment. Le second, qui sera publié en 1984, est un examen critique des agents corrosifs auxquels sont exposés les tuyaux en ciment-amiante (eaux, sols, gaz), de divers mécanismes de corrosion (y compris la transformation microbiologique du soufre), des explications théoriques actuelles de la corrosion des conduites en amiante-ciment et des différentes mesures permettant d'éviter la corrosion.

## Céramiques résistantes aux chocs thermiques

Par leur nature même, les céramiques sont des matériaux cassants. En effet, à cause de leur manque de ductilité, elles peuvent se casser sous l'effet des contraintes dues aux gradients de température qui s'établissent pendant le chauffage et le refroidissement. Lorsqu'on évalue des céramiques existantes ou de nouveaux matériaux en cours de mise au point, il serait utile de disposer d'une méthode permettant au moins de classer des matériaux comparables en fonction de leur résistance aux chocs thermiques. Les méthodes actuelles sont longues et fastidieuses et elles imposent souvent des conditions de travail désagréables à l'opérateur. Une méthode théorique actuelle nécessite la détermination d'un certain nombre de paramètres physiques et thermophysiques dans une gamme de températures allant de la température ambiante à des températures élevées, à l'aide de divers appareils complexes qu'on trouve seulement dans les laboratoires les mieux équipés. Son utilisation est limitée aux matériaux destinés aux technologies de pointe comme les véhicules spatiaux. Une méthode simplifiée mise au point au CANMET est basée sur le produit de l'expansion thermique et de la diffusivité thermique, deux paramètres assez simples qu'on peut mesurer avec un minimum d'équipement relativement peu coûteux. Jusqu'à maintenant, on a obtenu une bonne corrélation entre la résistance aux chocs thermiques prévue d'une série d'argiles expérimentales destinées au revêtement des cheminées et la résistance obtenue par des méthodes d'essai empiriques.

On n'a pas obtenu de résultats productifs pendant l'année financière écoulée car, l'équipement s'étant brisé, il a fallu mettre en oeuvre d'importants travaux de réparation et de remise en service.

## Électrodes et matériaux réfractaires destinés à l'industrie de l'acier

Les chercheurs du CANMET tentent de déterminer la nature et les mécanismes de la défaillance des matériaux réfractaires utilisés dans les zones du laitier et du métal des poches de coulée à décarburisation sous vide à l'oxygène (DVO) et à dégazage sous vide à l'argon (DVA). Ils publient aussi des rapports sur les spécifications de matériaux nouveaux ou modifiés.

Les travaux avec des électrodes visent à élaborer des méthodes pratiques d'évaluation des propriétés mesurables des électrodes au carbone et des matériaux réfractaires qui pourraient être liées à leur performance et qui pourraient servir de normes d'acceptation des matériaux. Ce projet répond aussi à un désir exprimé par les fabricants d'acier de disposer d'une source d'information 'indépendante' des fournisseurs, sans que cela implique nécessairement un manque de confiance vis-à-vis des fournisseurs, qui sont une source constante de bons conseils.

La sidérurgie adopte maintenant la technologie du four à arc électrique. Les fours puissants utilisés sont des fondeurs efficaces, mais ils sont sous-utilisés et ils servent seulement à des opérations secondaires dans la fabrication de l'acier, qui sont de plus en plus effectuées dans des poches de coulée et des récipients de transport connexes, par divers procédés. Ces récipients, qui sont employés de façon intermittente, sont soumis à des conditions difficiles: choc thermique, températures élevées, laitiers plus agressifs, pressions de vide, souf-

*Matériel utilisé pour le contrôle automatisé de la conductivité électrique des céramiques. G. McDonald, opérateur*

flage d'oxygène et brassage de gaz; toutes ces conditions qui favorisent la corrosion, l'érosion et l'écaillage réduisent la durée de service des garnitures réfractaires. Les travaux effectués jusqu'à maintenant ont porté sur la détermination des mécanismes d'attaque en fonction du mode d'exploitation du four et ont révélé l'effet néfaste, jusqu'ici méconnu, du vide à température élevée.

*Four à induction équipé d'un viscosimètre. G. Lemieux, technicien de la céramique mesure l'indice de viscosité des coulées de silice*

On a noté des durées de vie de la garniture des poches de coulée de seulement un tiers de celles observées auparavant, lorsqu'on a commencé à produire des aciers au titane résistants à la chaleur. Des travaux sont en cours pour étudier en détail et déterminer les éléments du procédé qui contribuent à cette dégradation ainsi que les changements dans le mode d'exploitation du four qui pourraient être avantageux.

Le coût des électrodes au graphite représente une fraction importante du coût global du four à arc électrique. Il n'existe pas encore de méthodes d'essai permettant de prévoir la performance en service des matériaux constituant les électrodes. Le but de cette partie du projet est d'étudier les propriétés physiques, chimiques et électriques des électrodes, et de chercher une corrélation avec des données de performance connues pour finalement choisir ou mettre au point des méthodes d'essai qui pourraient être utilisées lorsqu'on veut vérifier un envoi d'électrodes en vue de son acceptation. Les premiers travaux ont porté sur une série de petites électrodes, mais toutes les propriétés étudiées étaient trop variables pour permettre une distinction entre les électrodes. Des mesures de vitesses d'impulsions ultrasonores et de courants de Foucault (peut-être en combinaison) semblent prometteuses, et les recherches se poursuivent. On examine actuellement des échantillons fournis par un producteur d'acier japonais.

### Céramiques résistantes à l'abrasion

Le CANMET a poursuivi les travaux de mise au point de matériaux résistants à l'abrasion relativement peu coûteux, pour la fabrication des garnitures de systèmes de manutention sujets à l'abrasion et à la corrosion. Les ouvrages relatifs à l'industrie minière canadienne traitent régulièrement des problèmes et des coûts associés au taux d'usure élevé de l'équipement minier, des chutes et récipients connexes. On a utilisé avec succès des plaques de céramique, mais il n'existe aucun fournisseur canadien régulier. On peut se procurer des matériaux importés à base de porcelaine alumineuse, d'alumine, d'alumine renforcée de dioxyde de zirconium et de mullite.

Les travaux internes ont porté principalement sur la mise au point de matériaux de type porcelaine renforcée de cristobalite, substance très résistante bien connue entrant dans la composition de la porcelaine électrique japonaise.

Dans le cadre d'une série de contrats, l'Ontario Research Foundation (ORF) a élaboré des compositions convenant pour la production de plaques de céramique de verre et de céramique de laitier. Ces compositions n'ont pas suscité encore beaucoup d'intérêt. Cependant, la technologie, courante en Scandinavie et dans les pays du Pacte de Varsovie, est essentiellement inconnue en Amérique du Nord.

On a étudié l'application de revêtements résistants à l'usure sur des substrats de céramique et de métal par la technique de pyrolyse et pulvérisation. Cependant, la technique n'a pas permis de produire des revêtements d'épaisseur suffisante pour les éléments de moteur à combustion interne 'en céramique' en cours de mise au point (par exemple, diesels chauds).

## NORMES ET SPÉCIFICATIONS

### Matériaux de référence

Le CANMET prépare et homologue continuellement des échantillons de minerais, de concentrés, de métaux et d'autres matériaux semblables qui seront utilisés comme matériaux de référence de composition connue, par le biais de programmes interlaboratoires et internes.

*J.H.G. Laflamme photographié près des installations servant à la synthèse des constituants utilisés comme matériaux de référence dans les analyses au faisceau électronique*

La compilation de données sur des méthodes découlant de ce programme est d'une grande utilité pour le CANMET et les établissements d'analyse. En 1983, le programme canadien des matériaux de référence (PCMR) a distribué environ 1 550 échantillons à des utilisateurs canadiens et étrangers.

Le CANMET a créé le PCMRC pour répondre à la demande de matériaux géologiques de référence canadiens de la part de laboratoires industriels et commerciaux ainsi que de laboratoires de recherche canadiens. La participation du CANMET est essentielle car la crédibilité à long terme et l'acceptation par le public des matériaux de référence requièrent continuité et impartialité. Cet objectif est partagé par d'autres pays industrialisés qui ont aussi assigné la production des matériaux de référence à des organismes gouvernementaux.

Le laboratoire de chimie travaille activement à l'analyse des matériaux de référence dans le cadre du programme d'homologation. Un autre objectif est d'établir la composition chimique totale. Il participe aussi aux programmes interlaboratoires d'homologation d'autres organismes comme la Standards Association of Australia.

Pendant l'année financière écoulée, les laboratoires industriels, gouvernementaux et commerciaux ont continué de fournir des résultats d'analyse dans le cadre des programmes interlaboratoires d'homologation.

## Méthodes analytiques

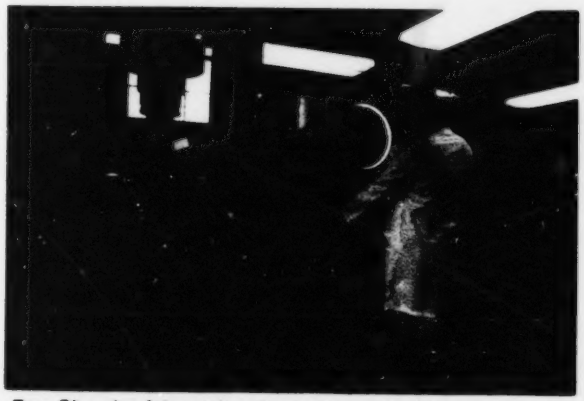
Le CANMET a continué de mettre au point et d'améliorer des méthodes analytiques, des techniques et des installations de laboratoire, principalement dans le cadre de programmes du CANMET. Il a aussi continué de participer à des groupes de travail et à des comités d'organismes nationaux et internationaux qui recueillent et diffusent des renseignements sur les méthodes analytiques standard.

## Essai et normalisation des agrégats et des bétons

Dans le cadre de ce projet, les chercheurs du CANMET continuent d'offrir leur compétence technologique et de fournir des données aux organisations canadiennes et internationales chargées de rédiger des normes sur les agrégats et le béton. Cette participation a de multiples facettes: travaux de mise au point d'essais in situ, de méthodes d'essai non destructif (END) et d'autres essais; coordination du programme d'essais comparatifs des ciments de l'Association canadienne de normalisation (ACNOR); organisation de conférences sur l'emploi des essais non destructifs et de nouveaux matériaux pour le béton; et participation aux comités nationaux et internationaux.

Les essais et la normalisation des agrégats et des bétons contribuent beaucoup à garantir que le béton se comportera selon les spécifications dans les ouvrages. Ainsi, les intérêts et la sécurité du public sont protégés.

À la demande du Comité technique des ciments hydrauliques de l'ACNOR et de l'industrie canadienne du ciment, les laboratoires canadiens d'essai des ciments et le CANMET ont mis sur pied à la fin de 1978 un projet mixte pour évaluer les normes et méthodes d'essai des ciments actuellement en usage au Canada. Le CANMET continue de coordonner le programme et est chargé de l'organisation générale, y compris la préparation et la distribution d'échantillons pour les essais ainsi que la compilation, l'analyse et la publication de données d'essai. Les échantillons de ciment destinés au programme d'essai proviennent de la production courante d'une cimenterie choisie au hasard parmi les cimenteries des sociétés participantes.



*Ray Chevrier faisant fonctionner une machine utilisée pour les essais de résistance à la compression du béton*

Une étude comparative de l'utilisation des essais in situ pour la prévision de la résistance de bétons jeunes a été entreprise dans le but de déterminer la variabilité entre divers tests in situ couramment utilisés sur le terrain ainsi que la mesure dans laquelle ceux-ci permettent de prévoir l'évolution de la résistance des bétons jeunes, en vue de déterminer le moment idéal de leur décoffrage. Plusieurs méthodes ont été étudiées: résistance à la pénétration, vitesse d'impulsions, nombre de rebonds et deux types d'essai d'arrachement.

Le CANMET, en collaboration avec l'American Concrete Institute et le Corps of Engineers (É.-U.), a parrainé le premier Colloque international sur l'utilisation des cendres volantes, fumée de silice, laitier et autres sous-produits minéraux dans le béton, à Montebello (Québec) du 1er au 5 août 1983. Plus de 325 personnes venant de 15 pays différents ont participé à cette conférence au cours de laquelle 100 communications techniques ont été présentées. Les actes de la conférence ont été publiés.

Le script du film du CANMET sur les essais non destructifs du béton a été révisé et traduit en français. Il devrait pouvoir être distribué en 1984.

On a essayé le système plan vidéo semi-automatique Zeiss destiné à l'analyse des pores dans le béton et on a comparé les résultats avec ceux du système Quantimet.

Le premier appareil sera utilisé pour les analyses futures de la distribution des pores et de la taille des particules.

### Essais non destructifs

Le rôle d'organisme de certification a été assumé pendant de nombreuses années par EMR au prix coûtant. Un réseau complet de centres d'essais régionaux a été mis sur pied à travers le Canada dans différents établissements de technologie afin que la population y ait facilement accès. Pour des raisons d'uniformité, les examens sont préparés et corrigés par l'autorité centrale, EMR. Le personnel chargé des essais non destructifs reçoit un certificat national. Le passage du système de certification à deux niveaux à un système à trois niveaux va se poursuivre et les principales tâches continueront d'être informatisées.

## TRAITEMENT DES MÉTAUX

### Recherche exploratoire en fonderie

On a mené des expériences dans le but de trouver des combinaisons métal-suspensoïde possibles dans lesquelles le suspensoïde peut être facilement mouillé par le métal, sans toutefois se dissoudre facilement, et dans lesquelles la différence de masse volumique entre les deux composants est faible. Par exemple, le carbure de silicium et l'aluminium ne constituent pas une bonne combinaison car les particules fines de carbure ne peuvent pas se disperser de façon homogène dans le produit de fusion et l'addition de décapant produit seulement une scorie autour des particules. On a entrepris d'autres recherches avec un mélange de poudre de molybdène et de cuivre fondu, mais les différences de masse volumique semblent être une source de problèmes.

### Sable et liants dégradables

Lors d'études en accélérateur de sable et de liants dégradables, on a éprouvé des difficultés avec la lenteur de prise du liant récemment mis au point lorsqu'on a ajouté ce liant à une grosse masse de sable.

On a effectué de nombreuses expériences au cours desquelles on a accéléré la réaction entre le sirop acide et le précipitant de calcaire. On a pu accélérer la prise en préchauffant le sable, en augmentant la quantité de calcaire ou en diminuant la taille des particules de calcaire, mais seulement au prix d'une vie utile plus courte.

L'addition de gamma butyrolactone n'a pas donné les résultats escomptés. Bien que l'hydrolyse initiale soit comparativement rapide, la vitesse de réaction diminue rapidement lorsque le pH du système augmente. On pense qu'un composé similaire, mais de propriétés d'hydrolyse plus prévisibles, accélérera probablement le durcissement de façon à satisfaire les besoins commerciaux prévus.

Les halogénures de cations plus nobles que le calcium accélèrent le durcissement lorsqu'ils sont ajoutés en quantité modérée à un mélange sec. Cependant, cela se fait au détriment de la durée de vie et il y a une dégradation notable des propriétés finales. La masse volumique du mélange se trouve aussi réduite car le mélange de moulage est rigide.

### Fusion sous laitier électroconducteur

On a évalué des paramètres de fonctionnement comme les forces d'extraction, les vitesses d'avancement du fil, l'apport énergétique et les vitesses d'oscillation. On a aussi établi des limites de commande pour optimiser la production de cylindres creux à parois minces par fusion sous laitier électroconducteur. On a eu des problèmes avec un mauvais fini de la surface externe attribué à un taux excessif d'extraction de la chaleur par l'eau de refroidissement. On a effectué des mesures pour régler le débit d'eau de façon à régulariser l'extraction de chaleur. On a modifié la conception du mandrin refroidi à l'eau de façon à réduire le taux d'extraction de chaleur et on a aussi modifié le moule externe de façon à permettre la fusion d'électrodes de composition choisie en plus des fils. Ainsi, la composition des cylindres creux produits par ce procédé ne sera plus limitée à celle des fils d'alimentation disponibles dans le commerce.

### Propriétés dynamiques de la fusion

Un contrat a été accordé à Alloy Casting Industries Ltd., New Hamburg pour déterminer la résistance à la fracture de deux aciers faiblement alliés largement utilisés pour la production de fonte d'acier destinée à des applications à basse température. Jusqu'à maintenant, on a produit les pièces coulées d'essai, mais les propriétés à basse température ainsi que les propriétés statiques et dynamiques de résistance à la fracture n'ont pas encore été déterminées.

### Coulée en coquille par gravité

En connexion avec les travaux de recherche sur l'inoculation de fonte grise et ductile dans des moules métalliques, des plaques ont été coulées dans des moules de fonte grise comportant des chambres de réaction contenant du MgFeSi, pour produire du fer ductile Inmold. Les pièces coulées obtenues étaient d'excellente nodularité, mais elles comportaient toujours des zones où la composition en graphite était irrégulière, probablement à cause d'un transfert d'oxyde de la chambre de réaction. On étudiera maintenant l'effet du filtrage et de la modification de la conception de la chambre de réaction et du canal de coulée.

On a conçu et fabriqué un moule de fonte grise destiné à la fabrication de pièces coulées plus complexes, en forme de roue, avec un noyau central en sable. Il s'est formé des fissures dans le moule après environ 30 coulages. On a observé des défauts dans les pièces

coulées attribuables à des tensions se produisant dans le moule pendant le refroidissement. On étudie actuellement l'effet de variables telles que la température du moule, la durée du secouement et la composition de l'alliage sur ce défaut.

On a poursuivi l'étude de l'influence de la conception du système d'attaque sur la qualité des fontes obtenues en moule permanent. Une série de plaques ont été coulées dans de la fonte grise et de la fonte ductile, par une attaque latérale située soit au bas soit au sommet. On n'a pas observé d'effets constants de la position de l'attaque sur la qualité superficielle ou sur la structure interne. On a utilisé un filtre en céramique pour couler une pièce en fonte ductile, mais, là encore, on n'a pas observé d'amélioration dans la qualité de la fonte.

Les travaux sur les profils thermiques dans les moules permanents se sont poursuivis dans le cadre d'un contrat accordé à l'Université d'Ottawa. Les chercheurs ont écrit des programmes basés sur la méthode des différences finies pour modéliser l'écoulement de chaleur dans les coquilles. Les versions actuelles traitent un écoulement à deux dimensions en coordonnées cartésiennes ou cylindriques et un écoulement en trois dimensions pour les pièces coulées et les moules possédant une symétrie cylindrique. Les chercheurs travaillent maintenant à des programmes applicables à un système tridimensionnel plus général et sur des modifications permettant d'introduire des variables comme un temps d'écoulement fini et la contraction à la solidification.

## Fusion au four électrique

On a entrepris une étude du four électrique copiée sur l'étude de la fusion en cubilot du CANMET dans le cadre d'un projet mixte CANMET-Ontario Hydro portant sur l'étude des rendements de fusion, des modes de fonctionnement et des coûts de la fusion dans les fours à induction électrique des fonderies canadiennes. Le CANMET s'est chargé de la définition technique du projet, de la logistique et des aspects métallurgiques des essais dans huit fonderies ontariennes. Ontario Hydro a évalué le rendement électrique des fours. Un rapport commun sera publié au milieu de 1984.

## Laboratoire mobile de fonderie

Dans le cadre du programme fédéral START (Service temporaire d'aide à la recherche et à la technologie), un laboratoire mobile de fonderie a été conçu et équipé de façon à pouvoir être transporté dans n'importe quelle fonderie canadienne. Les principaux objectifs du programme sont d'utiliser la technologie de pointe pour évaluer les méthodes de production des fonderies canadiennes et de faire la démonstration des avantages offerts par une meilleure régulation des procédés. En plus d'aider les fonderies à évaluer et à améliorer leurs propres méthodes de production, les données obtenues lors de ces visites seront aussi utilisées par le CANMET pour planifier la recherche future en fonderie.

L'équipement a été acheté et installé. Il permettra de réaliser les quatre activités suivantes: évaluation des méthodes et des matériaux de moulage, détermination spectrographique de la composition des métaux, analyse microstructurale et utilisation des micro-ordinateurs dans la régulation des procédés de fonderies.

Quatre équipes constituées de membres du personnel de la section de la fonderie ont suivi des cours de formation spécialisée sur l'utilisation du laboratoire. Jusqu'à maintenant, neuf fonderies ont été visitées et, partout, l'enthousiasme était grand. Des visites dans 50 fonderies sont prévues, dans neuf des dix provinces canadiennes. Après chaque visite, un rapport confidentiel contenant les données recueillies, les conclusions et les recommandations pour améliorer le fonctionnement de la fonderie est rédigé.

Un logiciel du laboratoire de fonderie, utilisable sur micro-ordinateur, a été écrit dans le cadre d'un contrat accordé à l'Université Queen's. Le logiciel est utilisé pour la conception des masselottes. Le modèle a été évalué avec des pièces coulées expérimentales pesant jusqu'à 250 kg et il a fait l'objet d'une démonstration dans deux fonderies commerciales. On procède actuellement aux dernières retouches qui permettront de commercialiser le logiciel.

## Coulée en moule jetable à basse pression

La mise au point d'un nouveau procédé de coulée en moule jetable à basse pression se poursuit avec des essais de production pour lesquels on utilise des modèles de pièces automobiles du commerce. On a effectué des expériences avec différents enduits pour le modèle, différents produits de moulage métalliques et non métalliques, et diverses configurations des dispositifs de coulage et d'attaque. Les résultats ont été encourageants, avec des rendements notablement plus élevés que ceux obtenus avec les procédés de coulée commerciaux actuels. Les essais se poursuivent dans le but d'améliorer la qualité du métal et de réduire les défauts de coulée.

## Traitement des aciers ultrapropres

L'expérience a montré les avantages des aciers contenant peu d'éléments résiduels. La résistance à la fracture et à la fissuration par corrosion sous tension ainsi que la ductilité des plaques, feuillards et tôles d'acier s'en trouvent améliorées. Les avantages d'une faible teneur en carbone et en éléments résiduels sur l'usinabilité sont aussi bien connus. Dans le cadre de ce nouveau projet, des aciers ultrapropres et des aciers à teneur en carbone extrêmement faible seront produits. On cherchera à travailler en collaboration avec l'industrie sidérurgique dans le but de quantifier les améliorations des propriétés de l'acier consécutives à la réduction de la teneur en carbone et en impuretés et de comparer ces améliorations avec les propriétés de la pièce coulée.

On a acheté l'équipement destiné à la fusion par induction et au coulage sous vide de 225 kg d'acier. Cet équipement est en cours d'installation. Parallèlement, des études menées dans la fonderie sur la désoxydation d'aciers fondus par induction ont conduit à des modifications dans les méthodes de fusion et de coulage visant à éliminer l'agrégation néfaste des inclusions. On a rassemblé une base de données sur la concentration des inclusions dans certains aciers du commerce et sur les concentrations d'impuretés obtenues avec l'équipement de fusion actuel de la fonderie des LRMP.

Dans le cadre de ce projet, on a aussi mis au point un système de refroidissement accéléré en direct (RAD) fonctionnant en tandem avec le laminoir expérimental à deux niveaux de 457 mm de diamètre des LRMP pour le traitement d'aciers ultrapropres et à teneur en carbone extrêmement faible. Un système conçu dans le cadre d'un contrat est actuellement en fabrication.

## Technologie du laminage

Dans la production d'aciers modernes très résistants, les concurrents étrangers, surtout les Japonais, jouissent d'un net avantage technologique. Ils possèdent en effet des laminoirs plus puissants, de meilleurs systèmes de régulation des procédés et des systèmes de refroidissement accéléré en direct. Sans aucun doute, la sidérurgie canadienne améliorera sa technologie dans les limites de ses ressources économiques, afin d'optimiser les installations actuelles et futures, de collecter le plus possible de données fondamentales et de comprendre le processus de déformation ainsi que les effets du refroidissement accéléré. Les chercheurs du CANMET ont poursuivi les difficiles travaux expérimentaux leur permettant d'obtenir des données précises et détaillées sur les mécanismes de déformation d'un métal et sur les changements métallurgiques qui accompagnent la déformation. À partir de ces données, ils pourront élaborer de nouvelles séquences de laminage et les évaluer sur le laminoir des LRMP.

On a utilisé de façon interactive le plastomètre à cames et le laminoir pour mettre au point des séquences de laminage contrôlées et pour prévoir les forces qui se développent lors du laminage d'aciers micro-alliés en plaques épaisses. Le modèle de prévision, élaboré à partir de ces travaux, a montré qu'une plus grande réduction lors de chaque passe élimine une partie du travail redondant dans le laminage à chaud de brames et de plaques épaisses. En réduisant le travail redondant, on améliore le rendement en termes de charge et de consommation d'énergie et, la déformation étant plus homogène, la structure des grains et les propriétés mécaniques se trouvent aussi améliorées.

Dans une étude reliée à ce projet, on a élaboré un modèle numérique des profils de température et de tension-déformation basé sur la méthode des éléments finis "MARC" prêtée par Énergie atomique du Canada. Cette étude a montré que la méthode des éléments finis permettait de traiter avec succès les problèmes de déformation non homogène, de tension et de déformation locale ainsi que l'effet de la déformation sur les gradients de température. Les théories des écoulements homogènes ne permettent pas d'établir de prévisions précises.

On a aussi entrepris d'importants travaux d'amélioration. Un nouveau système électromécanique de vis de réglage et de régulation a été installé sur le laminoir expérimental. Ce système ferme rapidement l'espace entre les rouleaux entre les différentes passes et permet une commande semi-automatique ou automatique (informatisée), ainsi qu'une commande manuelle des rouleaux. Le temps entre les passes est réduit de moitié et le réglage de l'espace entre les rouleaux est plus précis. La capacité globale et la souplesse de fonctionnement du laminoir ont donc été considérablement améliorées, ce qui permet la mise au point de nouvelles séquences de laminage.

Le logiciel pour la commande automatique du laminoir a été essayé avec succès avec le système de vis de réglage. Le logiciel a été élaboré pour commander automatiquement la direction des cylindres.

On continue d'apporter des améliorations importantes au plastomètre à cames qui est maintenant relié à un microprocesseur. On a essayé avec succès des programmes permettant la conduite d'essais, la cueillette et le traitement de données, ainsi que la production de résultats numériques ou graphiques. Dans le cadre d'un contrat, un système permettant d'ajuster rapidement et automatiquement les charges entre les réglages a été mis au point. Enfin, on a choisi et acquis un dispositif de chauffage par induction in situ entièrement programmable. Ces améliorations élargiront considérablement la portée des applications du plastomètre en recherche appliquée et fondamentale sur la métallurgie et les mécanismes de déformation. L'étude du laminage en feuillards d'aciers micro-alliés sera d'une importance capitale.

Dans le cadre de contrats, on a simulé le laminage contrôlé d'un acier micro-allié molybdène-niobium-vanadium (Mo-Nb-V) en procédant à des expériences de torsion à chaud. On a étudié l'influence de la déformation au dégrossissage, de la déformation au finissage et du refroidissement post-déformation sur l'affinement et l'homogénéité de la structure des grains.

## Formabilité et traitement des tôles d'acier

L'industrie des tôles de métal fait face à une ère de défis et de compétition sur un marché essentiellement parvenu à maturité. Le principal utilisateur de tôles d'acier, l'industrie automobile, exige une assurance de la qualité de plus en plus stricte de la part de ses fournisseurs de produits fabriqués et d'aciers bruts.

Pour satisfaire les tolérances sur les dimensions et la forme des pièces estampées et tréfilées, les fabriquants doivent avoir une meilleure connaissance des caracté-

ristiques de formage de ces aciers. Pour sa part, l'industrie doit améliorer les capacités de traitement de façon à fournir des aciers ayant une qualité et des propriétés uniformes. L'objectif du présent projet est d'aider les deux industries à contribuer à l'élargissement des connaissances fondamentales de l'influence des paramètres de traitement et des variables métallurgiques sur la formabilité sous presse.

Un nouveau système informatisé de saisie et de traitement des données a été mis au point pour analyser les essais de traction et de poinçonnage. On a défini de nouveaux critères et paramètres d'essai, dans la limite des incertitudes statistiques, dans le but d'améliorer les corrélations entre les facteurs de formabilité. Le matériel informatique du Ministère, CDC CYBER, permet maintenant de représenter graphiquement ces corrélations.

On a comparé la formabilité d'aciers biphasés et du commerce et on l'a reliée à la chimie, à la microstructure et à la texture des aciers. On a étudié en détail les processus et les surfaces de fracture et, enfin, on a traité les aciers à la chaleur dans le but d'étudier le durcissement pendant un cycle de peinture et de cuisson ainsi que la susceptibilité relative des aciers à la restauration de la limite de fluage.

## Traitement des métaux en lit fluidisé

On a observé que le traitement thermique direct dans des lits de sable fluidisés, effectué dans le but de contrôler les taux de refroidissement et, partant, les transformations de phase dans les rails et autres profilés, permettait d'améliorer considérablement les propriétés. Cette technique a aussi été utilisée avec succès pour simuler une gamme de vitesses de refroidissement dans des tôles chaudes entre un laminoir et une enrouleuse.

On évaluera si la technologie du lit fluidisé convient pour le refroidissement et le revenu contrôlés de produits tubulaires en acier destinés à la récupération du pétrole et du gaz dans des puits profonds. Cependant, avant d'entreprendre ce travail, on a évalué la résistance à la fissuration par corrosion sous tension au sulfure d'hydrogène d'une série d'enveloppes tubulaires en acier de nuance 90, en utilisant des essais normalisés de la National Association of Corrosion Engineers (NACE). Dans d'autres études, on évalue l'utilité de l'essai sur courte tige pour évaluer la résistance à la fracture d'enveloppes en acier de nuances 95 et 140.

## Forgeage près de la cote désirée

Le forgeage près de la cote désirée (PCD) permet d'économiser de la matière première en réduisant l'ébarbage ainsi que de l'énergie en réduisant le nombre d'étapes de traitement, et offre des avantages économiques directs en réduisant considérablement l'usinage de finition. Bien que cette technique ait été mise au point pour des alliages spéciaux et coûteux, elle s'applique aussi au forgeage en série d'aciers modernes. Cependant, les problèmes techniques sont complexes car l'écoulement de la matière première est essentiellement non uniforme, ce qui réduit l'uniformité de la microstructure et des propriétés. Pour résoudre ces difficultés, on combine diverses approches: étude de la forgeabilité, étude du mouvement des grains pendant la déformation à chaud et modélisation mathématique du processus de déformation.

On a mis au point et expérimenté des techniques et des méthodes pour étudier les effets de la déformation sur la structure des grains d'un métal simple (fer pur) pendant le forgeage à chaud. On a commencé un programme visant à déterminer la forgeabilité d'aciers inoxydables et d'aciers de soupapes, en collaboration avec l'Université Queen's. On met au point un code entièrement couplé du comportement thermique dans des conditions élasto-plastiques faisant intervenir la méthode des éléments finis. Ce code servira à modéliser le comportement thermomécanique lors des processus de déformation.

En ce qui concerne les travaux de recherche à forfait, on a terminé l'évaluation des caractéristiques microstructurales qui limitent la formabilité dans le forgeage à froid en série. L'étude a porté sur quatre aciers. On a étudié en détail les effets de la taille et de la forme des éprouvettes sur le mode de défaillance de ces éprouvettes ainsi que le rôle des caractéristiques microstructurales, en particulier des inclusions, dans l'apparition des défaillances.

## Mécanique des soudures

On a mesuré expérimentalement les contraintes résiduelles dans des soudures en une seule passe et on les a comparées avec les contraintes résiduelles calculées par la méthode des éléments finis. Les chercheurs des LRMP ont expérimenté la technique consistant à monter des jauges de déformation sur une pièce soudée et à mesurer la détente des contraintes lorsque des éprouvettes portant les jauges de déformation sont coupées dans la soudure. On a calculé les contraintes résiduelles et les résultats ont montré que la contrainte dans une soudure expérimentale dépassait la limite élastique du métal de soudure et se rapprochait de la résistance à la traction maximale.

## Simulation thermomécanique du traitement métallurgique

On a utilisé le simulateur thermomécanique Gleeble commandé par ordinateur pour étudier le coulage en continu, en coopération avec deux producteurs d'acier canadiens importants. Dans ce programme, on a étudié l'effet de variations de la vitesse de coulage et de la vitesse de refroidissement sur la structure et sur les propriétés de divers aciers. L'objectif du travail était de comprendre les mécanismes de formation de fissures pendant le coulage en continu.

Plusieurs études portant sur les facteurs influant sur la structure de la zone attaquée par la chaleur et sur les propriétés mécaniques dans les opérations de soudage sont en cours: on évalue toujours le rôle du niobium sur la ténacité de la zone attaquée par la chaleur, sur une série d'aciers micro-alliés, pour des vitesses de chauffage et de refroidissement pendant le soudage caractéristiques de la fabrication des conduites; on a simulé une série de zones attaquées par la chaleur, en préparation à des études de susceptibilité à la fracture par corrosion sous tension dans des soudures de conduite; on a déterminé les conditions de chauffage et de refroidissement permettant d'optimiser les propriétés de la zone attaquée par la chaleur dans des soudures bout à bout par étincelage sur un certain nombre d'aciers de rails soudés.

## Effet de l'azote sur la résistance à l'entaille des soudures

Ce projet a été entrepris dans le but d'évaluer l'effet de l'azote sur la résistance à l'entaille de pièces soudées préparées dans des aciers 'propres' à faible teneur en soufre utilisés pour la fabrication de canalisations et d'ouvrages marins.

Le projet a été retardé en raison d'un problème dans la production d'aciers à faible teneur en soufre et à teneur en azote variable. Les aciers expérimentaux obtenus par coulage sous laitier électroconducteur n'avaient pas une composition uniforme. On préparera un certain nombre d'aciers avec le nouveau four de fusion et de coulage sous vide de LRMP qui devrait être disponible au cours de l'exercice financier 1984-1985.

Lorsqu'on disposera des aciers appropriés, on évaluera la microstructure et la résistance à l'entaille de zones attaquées par la chaleur simulées.

## Rail traité à la chaleur

On a réalisé de grands progrès dans les expériences visant à déterminer l'effet de la microstructure et de la dureté sur la résistance à l'usure des rails. Des disques d'acier de rail au chrome et au molybdène ont été traités à la chaleur dans une matrice de trois par trois jusqu'à obtention de microstructures de perlite, bainite et martensite durcie avec des duretés de Rc38, Rc42 et Rc45. Les disques ont été essayés dans un dispositif spécial conçu et exploité par le laboratoire de tribologie du CNRC à Vancouver. L'appareil simule les contraintes qui s'exercent entre le rail et les roues renforcées d'un train-bloc.

Les travaux ont montré que les taux d'usure à sec de rails à structure de martensite durcie ou de bainite diminuaient considérablement lorsque la dureté des rails du côté élevé de la voie augmentait, mais qu'il y avait relativement peu de différence avec les rails ayant une microstructure de perlite. Les microstructures de perlite offrent la meilleure résistance à l'usure à sec, mais la lubrification diminue les taux d'usure de rails de n'importe quelle microstructure par un facteur de 100. La microdureté des rails augmente brusquement très près de la surface usée en des points spécifiques sur la largeur des rails. Des études exhaustives au microscope électronique de transmission ont montré qu'il se formait des grains et des espaces inter-carbure ultrafins très près de la surface. Des observations détaillées au microscope électronique à balayage ont montré le rôle important des inclusions dans la production de fissures superficielles. Des mesures ont été effectuées dans le but de quantifier l'effet des inclusions sur l'initiation et la croissance des fissures.

Dans le cadre de ce projet, d'autres travaux qui ont porté principalement sur la mise au point de rails de qualité supérieure ont été effectués dans deux directions. En premier lieu, on a simulé les traitements directs quasi-isothermes de rails dans un lit fluidisé pour déterminer les conditions nécessaires à la production d'un rail de grande dureté et de grande résistance dans des aciers contenant du Cr et un mélange Cr-Mo. Le travail de simulation est terminé et les résultats promettent d'avoir des applications industrielles importantes. En second lieu, on a évalué les effets de diverses teneurs en vanadium, azote et aluminium sur la microstructure et les propriétés mécaniques d'aciers au chrome destinés à la fabrication de rails de qualité supérieure. Les résultats montrent qu'il est possible de réduire la production de microstructure de perlite afin d'augmenter économiquement la limite d'élasticité d'aciers ayant des concentrations d'azote 'normales'.

## Matériaux de qualité marine

Une étude de fontes d'acier qui pourraient convenir pour la fabrication d'hélices à pas contrôlé destinées à des brise-glaces a montré qu'il existe plusieurs aciers de ce type dans le commerce.

À ce jour, on a effectué des expériences sur des plaques d'acier au carbone et au manganèse afin de déterminer s'il était possible de normaliser un acier laminé à chaud, à sa sortie du laminoir, et quelles étaient les conditions optimales. Les avantages d'un tel procédé sont la productivité et la conservation de la chaleur (dans la plaque laminée à chaud).

Cinq aciers ont été préparés spécialement pour le projet. Ils ont été laminés en plaques d'épaisseur déterminée. Les expériences effectuées dans des fours à moufles à des températures simulant le traitement en direct ont montré que l'on pouvait s'attendre à ce que les plaques traitées de cette façon aient de bonnes propriétés mécaniques. Les résultats devront être confirmés par d'autres expériences dans le laminoir expérimental des LRMP.

En ce qui concerne le soudage expérimental d'un acier résistant à la fracture couramment utilisé pour la construction des navires, on attend toujours la livraison d'aciers expérimentaux commandés pour ce projet auprès de sociétés canadiennes. On a reçu un nouvel

équipement pour des expériences de soudage à haute consommation d'énergie et on a commencé des études de simulation de soudure sur deux aciers. Le but de ces études est de trouver une corrélation entre les propriétés de la zone attaquée par la chaleur à grains grossiers et l'évolution microstructurale et thermique.

### Matériaux pour navires

Les travaux entrepris dans le cadre de ce projet sont en partie financés par le ministère de la Défense nationale (MDN), bien que les travaux intéressent également la Garde côtière (SCGC), la Canadian Stone Marine Ltd., ainsi que d'autres fonderies et industries navales.

Les hélices des brise-glaces du SCGC, coulées dans un bronze de manganèse/nickel/aluminium (Mn-Ni-Al) ont une faible résistance à la fracture, surtout dans les sections épaisses, bien que des éprouvettes de ce matériau coulées séparément se soient montrées résistantes. En conséquence, on a enregistré plusieurs cas d'hélices endommagées sur des brise-glaces canadiens et c'est ce problème qu'on se propose d'étudier. À cette fin, les travaux de recherche ont été concentrés sur l'identification de la microstructure associée à la faible résistance au choc et sur des essais de mise au point d'un traitement thermique applicable dans l'industrie qui permettrait d'améliorer cette résistance. La fonderie responsable de la fabrication des hélices a collaboré aux travaux en permettant au personnel des LRMP de mesurer les taux de refroidissement des pièces coulées. Connaissant les taux de refroidissement en divers points de l'hélice coulée, on a homogénéisé à 900°C des éprouvettes de bronze Mn-Ni-Al coulées en continu avec différentes teneurs en aluminium et en manganèse. Ces échantillons ont été refroidis dans le four à différentes vitesses pour simuler l'évolution thermique en différents points d'une pièce coulée en cours de refroidissement. On a déjà caractérisé la microstructure de certaines de ces éprouvettes et on a déterminé leur résistance à la traction et aux chocs. On a entrepris des expériences visant à mettre au point un traitement thermique capable d'améliorer la résistance aux chocs des pièces coulées.

Dans d'autres travaux portant sur les bronzes Mn-Ni-Al, on a étudié la fatigue par corrosion d'alliages contenant 12 % et 14 % de Mn, dans le cadre d'un contrat accordé à l'École Polytechnique de Montréal. Les résultats montrent que l'alliage à plus faible teneur en Mn a une meilleure résistance à la fatigue par corrosion dans l'eau de mer.

"Sonoston" est le nom de commerce donné à un bronze d'hélice à haut pouvoir d'amortissement mis au point pour réduire le bruit sous l'eau associé à la vibration de l'hélice. Dans ce travail, on caractérise les propriétés suivantes de l'alliage: propriétés de fusion, traitement thermique nécessaire pour optimiser les propriétés mécaniques et le pouvoir d'amortissement, meilleure méthode de soudage et meilleurs produits de soudure, et résistance à la fatigue par corrosion. Initialement, ce travail a été entrepris à la demande du ministère de la Défense nationale. Les propriétés de fusion et les propriétés mécaniques de l'alliage ont été déterminées et quelques mesures du pouvoir d'amortissement ont été effectuées dans le cadre d'un contrat accordé à l'Établissement de recherches nucléaires de Whiteshell de Pinawa. Ces études ont confirmé qu'on pouvait obtenir un pouvoir d'amortissement spécifique de 10 % avec cet alliage, après vieillissement. Cependant, après stockage à la température ambiante, le pouvoir d'amortissement diminue de presque 50 % en environ un mois.

On détermine actuellement les microstructures, les propriétés mécaniques et le pouvoir d'amortissement d'éprouvettes de deux pales d'hélice fournies par le Centre de recherches pour la défense de l'Atlantique (CRDA).

Dans le cadre d'un projet de démonstration, on a réparé à la soudure une soupape coulée en bronze Ni-Al fournie par le CRDA avec le fil d'appoint à faible teneur en aluminium mis au point dans un projet précédent aux LRMP. On a évalué les microstructures des zones réparées immédiatement après le soudage et après un traitement thermique post-soudage.

## ÉVALUATION DES ÉCONOMIES ET DES RESSOURCES

### Études de fond sur les produits minéraux

Le CANMET conseille fréquemment EMR et d'autres ministères et agences du gouvernement sur la technologie de l'exploitation des produits minéraux. Le CANMET se propose également de combler les lacunes de la technologie en ce qui a trait aux économies de ressources minérales nationales et de suivre les progrès réalisés dans le domaine des produits minéraux qui ne font pas actuellement l'objet de recherches. Dans la réalisation de ces activités, des évaluations critiques des technologies sont effectuées et, au cours de la dernière année, le CANMET a participé avec le secteur de la politique minérale d'EMR à une série d'études sur certains produits minéraux stratégiques importés, notamment le vanadium, le chrome, le manganèse, le zirconium, le lithium et la roche phosphatée.

En réponse à l'intérêt accru manifesté par l'industrie et les gouvernements provinciaux et fédéral pour les minéraux industriels, le CANMET a créé un groupe de travail dont l'objectif est d'étudier les minéraux industriels, plus particulièrement en ce qui concerne les besoins de R-D et les problèmes de l'industrie, et de recommander des mesures grâce auxquelles le CANMET pourra identifier les secteurs problèmes et planifier les travaux de recherche conduisant à la résolution de ces problèmes ainsi qu'à une plus grande exploitation des minéraux industriels au Canada.

Quatre projets ont été définis: amélioration des méthodes de traitement pour la récupération de minerais et de produits minéraux à partir de ressources mises en

valeur et non mises en valeur de minéraux industriels choisis; étude et mise au point de méthodes améliorées pour la production et le calibrage de produits minéraux ultrafins destinés à des applications particulières; étude des besoins en produits d'apport minéraux de l'industrie canadienne et mise au point de la technologie de traitement des minéraux permettant de fournir des matériaux acceptables pour ce marché; et, projets de recherche en collaboration avec les gouvernements provinciaux et avec l'industrie dans des zones minérales identifiées comme pouvant être mises en valeur et exploitées.

## Études minéralogiques des minerais marginaux et complexes

On a poursuivi les travaux portant sur la détermination de la composition minéralogique des sulfures complexes de zinc-plomb-cuivre des minerais du Nouveau-Brunswick et d'autres dépôts de sulfures complexes à grains fins. Ces travaux visent aussi à fournir des données technologiques sur l'exploitation de ces gisements et le traitement des minerais de façon à faciliter l'évaluation des possibilités d'exploitation rentable de ces ressources.

On a poursuivi l'étude de la minéralogie des roches volcaniques altérées autour du gisement de Lucky Strike dans la région de Buchans au centre de Terre-Neuve. On a effectué une étude détaillée d'échantillons de ce dépôt massif de sulfures, qui comprend quatre corps de minerais distincts et qui se distingue des principaux corps de minerais de Buchans, avec des propriétés métallurgiques apparemment différentes.

On a entrepris une étude sur la minéralogie d'un grand gisement massif de sulfures contenant des quantités non négligeables de cuivre et de cobalt qui se trouve dans une zone éloignée au nord de la Colombie-Britannique. Par certains aspects, le gisement est similaire au gisement massif de sulfures de la région de Bathurst au Nouveau-Brunswick, surtout le gisement de Caribou, qui a été étudié en détail.

Les résultats des travaux de recherche sur l'analyse automatique des images appliquée à l'évaluation des ressources et au traitement des minéraux ont été transférés avec succès à des usines en exploitation réalisant d'importants bénéfices. Les techniques ont été raffinées et elles ont été exploitées grâce à un système assemblé spécialement à cette fin. Le système comprend un microscope électronique à balayage, un dispositif d'analyse aux rayons X à dispersion d'énergie et un logiciel de traitement des données. Les techniques mises au point ont été étendues à l'étude des impuretés dans un concentré de plomb et à l'étude des relations de phase dans des matériaux extraits d'un haut fourneau utilisé pour la préparation du plomb.

On a mené avec succès une étude sur la structure cristalline d'un nouveau minerai provenant d'un grand gisement de métaux de base dans une région éloignée du nord de la Colombie-Britannique. Ce minerai a une structure de type hollandite et peut fournir des renseignements utiles pour la mise au point d'un 'synroc' destiné au stockage des déchets nucléaires. On a aussi trouvé la structure cristalline de la tungstite ($WO_3 \cdot H_2O$). Ce minerai, qui constitue un élément mineur de nombreux gisements de tungstène, était connu, mais mal compris, depuis environ 80 ans.

## Ressources canadiennes en silice

Les travaux se sont poursuivis dans le cadre d'un projet visant à caractériser et à évaluer les gisements canadiens de silice qui offrent des possibilités de récupération rentable de silice destinée aux industries de fabrication du verre, de la fibre de verre, des abrasifs artificiels et du silicate ainsi qu'à l'industrie de la fonderie. Le projet vise aussi à évaluer, par des études au laboratoire et par l'analyse d'échantillons particuliers, la faisabilité technique de produire un sable de qualité à partir de ces ressources.

L'inquiétude grandissante manifestée par l'industrie et le gouvernement en ce qui concerne les sources actuelles et futures de silice de grande pureté, en particulier pour les marchés du sud du Québec et de l'Ontario, a fait ressortir la nécessité d'une étude et d'une évaluation détaillée des gisements de silice les plus prometteurs dans ces régions. Les importations de sables siliceux produits dans le nord-est des États-Unis répondent largement aux besoins du Canada. Il est important que le Canada acquiert plus d'indépendance face à l'importation des silicates et que tout soit mis en oeuvre pour étendre les zones de production canadiennes qui, à l'heure actuelle, sont situées en Ontario, au Québec et au Manitoba.

Le premier volet de ce projet, en Ontario, est terminé et un rapport a été publié.

Le second volet, au Québec, est en cours. En collaboration avec le ministère québécois des Ressources naturelles, on a étudié des échantillons de grès/quartzite provenant de sept régions et constituant des matières premières possibles pour la fabrication du verre et pour des applications en fonderie. Les méthodes d'amélioration, après réduction en sable, comprennent le nettoyage par attrition, la séparation magnétique, la flottation par moussage et la lixiviation à l'acide.

## Récupération des métaux précieux contenus dans les minerais et les résidus

Le CANMET a poursuivi les travaux de mise au point d'une nouvelle technologie pour la récupération des métaux précieux à partir de minerais, stériles et résidus canadiens, en vue d'aider les gouvernements et l'industrie minière à évaluer les possibilités d'exploitation rentable de ces ressources.

On a continué d'étudier la distribution des éléments du groupe du platine (EGP) et d'autres éléments mineurs dans les minerais et les produits de traitement. Les

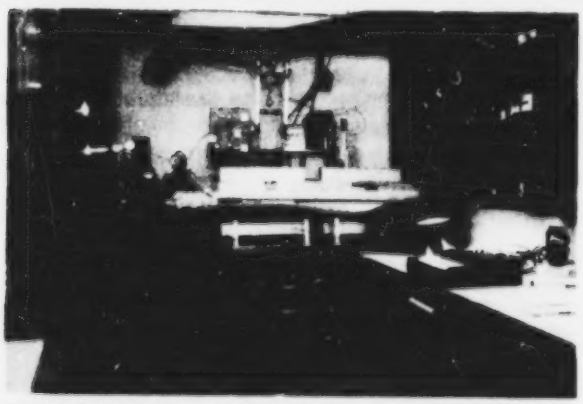
travaux ont porté principalement sur la mise au point de méthodes de micro-analyse in situ par émission de rayons X induite par des particules (micro-PIXE) et par spectroscopie de masse des ions secondaires (SIMS).

*R. Craig, chimiste, utilise un spectrophotomètre d'absorption atomique pour l'analyse de la teneur en métal du minerai*

On poursuit les travaux de recherche sur la mise au point de méthodes améliorées pour récupérer l'or des résidus et des minerais difficiles. Il y a eu un accroissement considérable des efforts consacrés à la mise en valeur des gisements alluvionnaires et on a entrepris des études visant à améliorer les méthodes de traitement de ces gisements. Enfin, on a commencé des travaux de recherche portant sur une méthode économique et acceptable du point de vue de l'environnement pour récupérer l'or contenu dans les minerais arsenicaux.

## Laitiers pyrométallurgiques non ferreux

Les chercheurs du CANMET ont continué à travailler à la mise au point d'une méthode visant à réduire la perte de métaux de valeur comme le nickel, le cuivre, le cobalt et les métaux précieux, et à augmenter le taux de rejet des éléments indésirables comme l'arsenic, le bismuth et l'antimoine, à partir des laitiers.



*Appareil électrochimique utilisé dans le laboratoire de Jim Skeaff, scientifique de la recherche, pour déterminer les propriétés thermodynamiques des arséniures*

La plupart des concentrés de minerais sulfurés de cuivre, de nickel et de plomb sont traités par fusion pyrométallurgique, mais beaucoup contiennent de faibles quantités de métaux de valeur, comme le cobalt, les métaux précieux, le molybdène et le zinc, dont une certaine quantité peut être perdue dans le laitier. Des méthodes pour diminuer ces pertes ou pour récupérer les métaux à partir du laitier permettraient d'économiser les ressources minérales canadiennes. Une façon de rejeter les éléments indésirables serait de les recueillir dans le laitier qui, une fois refroidi, les conserverait sous une forme relativement immobile.

On a étudié la récupération du nickel et du cobalt à partir de laitiers produits dans des fours électriques et des fours à réverbère, par fusion avec de la pyrrhotine. On a examiné les effets de la température, du temps et de la quantité de pyrrhotine ajoutée. Les premiers résultats montrent qu'il est possible de recueillir des quantités non négligeables de nickel et de cobalt à partir des laitiers dans la phase de sulfure de fer fondu. Cependant, le processus semble plus lent avec les laitiers de fours à réverbère qu'avec les laitiers de fours électriques. L'étude mènera à l'optimisation des divers paramètres expérimentaux et à une meilleure compréhension de la cinétique du procédé.

On a étudié des échantillons recueillis à différentes hauteurs dans le four à plomb de la Brunswick Mining and Smelting Corporation Limited dans le but de déterminer les réactions qui ont lieu dans le four et d'évaluer le comportement des phases pendant la fusion. Les résultats ont montré l'existence de zones de réaction très spécifiques et constituent une base satisfaisante pour des recherches futures.

## Déchets minéraux primaires

Les chercheurs du CANMET ont continué à compiler et à diffuser des données sur la production, les caractéristiques physiques et chimiques et les possibilités d'utilisation des ressources canadiennes de déchets primaires minéraux ou à base de minéraux. Un contrat pour l'étude de l'utilisation d'un gypse chimique pour la production de ciment a été terminé au cours de l'exercice financier 1983-1984.

## Fibres minérales spéciales

On incorpore une quantité appréciable de fibres d'amiante à l'amiante-ciment pour accroître sa résistance, sa durabilité ainsi que sa résistance au feu et aux intempéries. Cependant, on cherche actuellement à utiliser d'autres types de matériaux, notamment la fibre de verre, car l'amiante peut présenter des dangers pour la santé. La fibre de verre ordinaire, faite à partir de mélanges de soude-chaux-silice ou de borosilicate, ne peut pas être utilisée pour renforcer le ciment car les matrices en ciment fortement alcalines entraîneront la corrosion de la fibre et il sera impossible de conserver les propriétés mécaniques voulues. Des fibres de verre

résistant aux alcalis, à forte teneur en oxyde de zirconium, ont été mises au point et sont maintenant offertes sur le marché. Leur durabilité en présence d'alcalis semble suffisante à court terme, mais elle n'a pas été vérifiée à long terme, et il faut effectuer des travaux de recherche en vue de mettre au point des compositions de fibres résistant aux alcalis basées sur l'utilisation de matières premières bon marché et faciles à obtenir.

D'après une comparaison des compositions de l'amiante et de certains verres, les propriétés de résistance aux alcalis de l'amiante pourraient être attribuables à la présence d'une forte concentration d'oxyde de magnésium (MgO) et il y aurait lieu d'étudier l'effet de l'addition de MgO sur la durabilité du verre. Les résidus d'amiante contiennent plus de 40 % de MgO et pourraient constituer une source de matière première. La fibre de verre peut aussi être produite à partir de différentes matières premières, comme le diopside et le basalt. On fabriquera une telle fibre et on évaluera sa résistance aux alcalis et son rendement à long terme dans des matrices en ciment.

On a terminé une étude documentaire sur les fibres résistant aux alcalis. À la suite de cette étude, des échantillons appropriés de matériaux ont été préparés et évalués. Ces essais ont fait l'objet d'un rapport.

En raison de la forte augmentation des prix du combustible, la fabrication de fibres isolantes réfractaires est le domaine de la production de fibres minérales qui a connu le développement le plus rapide. La gamme des fibres réfractaires n'est pas étendue. Les plus courantes sont les fibres d'aluminosilicate qui contiennent environ 40-60 % d'alumine. Les autres fibres réfractaires courantes sont composées de silice, d'alumine, de carbone et d'oxyde de zirconium. La plupart ont un coût élevé. Le présent projet vise à étudier la faisabilité technique de produire des fibres réfractaires à partir de matières canadiennes bon marché, y compris les résidus d'amiante.

## TRAITEMENT DES MINÉRAUX

L'objectif de cette sous-activité est de mettre au point et de diffuser des techniques pour améliorer le taux d'extraction et la qualité des minerais et des concentrés provenant de ressources minérales canadiennes.

### Traitement simulé des minerais et des charbons (SPOC)

Dans le présent projet, on a continué de réaliser des progrès qui permettront de doter les industries des minéraux et du charbon de méthodes informatiques pour l'optimisation et la conception des circuits et de l'équipement. Cette technologie est nécessaire pour permettre à l'industrie d'utiliser pleinement les méthodes de pointe d'optimisation des procédés à une période où les coûts des procédés augmentent constamment et la qualité des gisements diminue.

On a mis au point des démonstrations de logiciels pour permettre à des utilisateurs industriels éloignés d'avoir accès à l'ordinateur d'EMR en vue de mettre à l'essai une série de programmes couvrant divers aspects de l'évaluation et de l'optimisation de procédés assistées par ordinateur, notamment: échantillonnage, calcul du bilan des matériaux, modélisation, simulation et services de laboratoire. L'accès au système est réalisé par l'intermédiaire du DATAPAC, un réseau national de transmission de données. On a commencé à travailler à un système permettant d'enregistrer sur vidéocassette l'image affichée sur un terminal. Ce système facilitera la documentation des programmes et la formation. Un atelier de cinq jours sur l'évaluation et l'optimisation des procédés a eu lieu en octobre 1983 au Lac Delage (Québec). L'échantillonnage préliminaire du lavoir de charbon de Victoria Junction a commencé vers la fin de 1983 par des mesures de débit à l'aide d'un traceur au lithium et un séminaire de deux jours sur l'échantillonnage. Les travaux internes visaient à faciliter l'accès des utilisateurs au programme. On a amélioré le programme de bilan des matériaux, BILMAT, par l'ajout d'un éditeur de fichier en mode dialogue et d'une option de dimensionnement automatique des tableaux. On a écrit un programme de régression en mode dialogue (STAMP) utilisable sur un ordinateur CDC et sur un ordinateur IBM. Dans sa version actuelle, il comprend la régression linéaire tant simple que multiple, et les régressions polynomiale et séquentielle.

### Minerai de fer

Les chercheurs du CANMET ont continué d'identifier les méthodes permettant d'améliorer la teneur et la qualité des concentrés de minerai de fer ainsi que la qualité des boulettes, de réduire les effets sur l'environnement et d'améliorer le contrôle des procédés.

Le Canada possède d'importantes réserves de minerai de fer, et on a supposé dans l'élaboration des politiques qu'il restera par conséquent un grand fournisseur. Cependant, depuis quelques années, il est de plus en plus évident sur le marché des acheteurs que le Canada ne peut prétendre être concurrentiel dans tous les secteurs du marché. En raison des coûts élevés de la main-d'oeuvre et de l'énergie, il est devenu plus avantageux d'alimenter les hauts fourneaux avec des minerais frittés plutôt qu'avec des boulettes. Il est nécessaire d'accroître l'efficacité, de réduire les coûts de l'énergie consommée, d'améliorer la qualité des produits et d'accroître le taux d'extraction.

On a réalisé des progrès dans les travaux sur l'addition d'alcalis aux boulettes, et un rapport est en voie de préparation. On effectue présentement des études en vue d'évaluer la possibilité d'utiliser la flottation pour l'élimination des alcalis. On a accordé une moins grande priorité à l'élimination des alcalis par lixiviation avec grillage, que l'on considérait l'an dernier comme un procédé très prometteur et pouvant éventuellement être breveté, en raison de la crise qui touche l'industrie, mais

un rapport final et une étude de faisabilité seront achevés au cours de la prochaine année financière.

Les trois rapports sur le traitement de l'eau à des fins de recyclage et d'évacuation, préparés conjointement par le SPE et le CANMET sont terminés; ils sont encore en révision.

Afin d'accroître l'homogénéité de l'alimentation du concentrateur et d'améliorer le contrôle de la qualité, on effectuera à contrat une étude comparative des techniques de contrôle chimique et géostatique.

De nombreuses rencontres ont eu lieu entre le CANMET, le Centre de Recherches minérales du gouvernement du Québec et les producteurs du Québec et du Labrador, au sujet d'un nouveau projet de collaboration sur le minerai de fer qui se poursuivra jusqu'en 1989. On croit que ce nouveau projet éliminera la redondance en matière de R-D et sera un stimulus beaucoup plus fort pour l'industrie qui traverse présentement une crise. On a identifié les secteurs de R-D et on est en train de finaliser les plans.

## Conception, mise au point et évaluation du matériel

Le CANMET a poursuivi ses programmes en vue de concevoir, fabriquer et mettre à l'essai l'installation expérimentale de traitement en continu (IETC) et du matériel qui n'est pas offert sur le marché, de mettre à l'essai et d'évaluer le rendement du matériel commercial de traitement des minéraux; et de comparer le rendement des types de matériel de rechange.

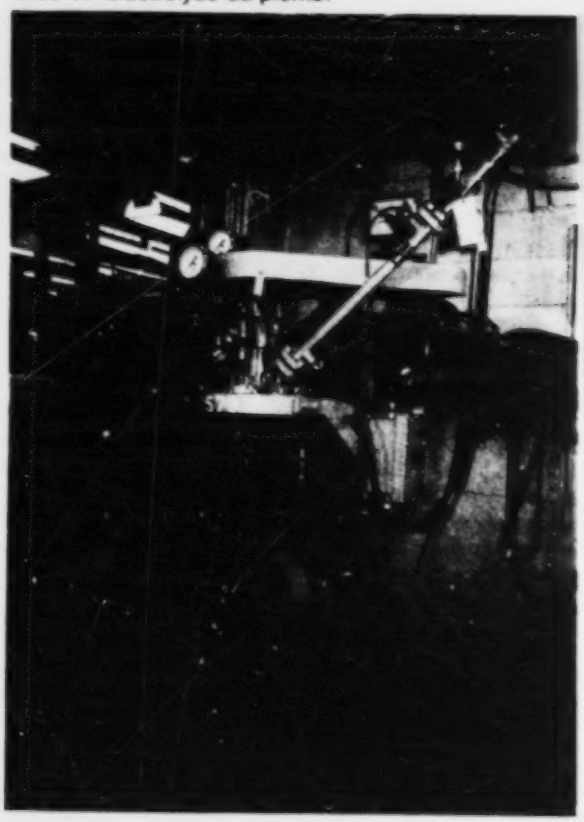
*Installation expérimentale de traitement en continu (IETC)*

On a réalisé d'importants progrès dans la remise en état d'anciennes pièces d'équipement, par exemple des concasseurs et des cribles, des broyeurs, des séparateurs à air, des appareils de séparation par couleurs, etc., et on a acheté plusieurs pièces d'équipement neuves, notamment des cellules de flottation, un hydrocyclone Mozley, un broyeur à galets à revêtement de céramique et une table pneumatique Kipp-Kelly.

Au cours de l'année, on a commencé un contrat en vue de concevoir, mettre au point et mettre à l'essai un dispositif mécanique qui effectuera le débouchement des tuyères dans des opérations d'extraction-broyage-fusion.

## Plomb hydrométallurgique

Les travaux de recherche se sont poursuivis dans le cadre du projet visant à mettre au point un procédé hydrométallurgique d'extraction du plomb, de l'argent et des autres minéraux de valeur contenus dans les concentrés canadiens types de sulfure de plomb et dans les résidus contenant du plomb produits dans d'autres procédés. Ce projet est réalisé en collaboration avec l'industrie canadienne des fonderies de plomb et l'USBM. Le procédé est basé sur la lixiviation aux chlorures et l'électrolyse du plomb.



*Banc de flottation et analyseur en circuit continu*

Il est possible que les procédés classiques de fusion du plomb ne puissent pas répondre aux mesures d'hygiène recommandées en usine relativement au plomb. De plus, ces procédés ne permettent pas de traiter efficacement certains résidus de plomb provenant du traitement des concentrés collectifs sulfurés complexes. Les procédés de traitement du plomb au chlorure entraînent la formation de chlorure de plomb ($PbCl_2$) qui se prêterait à une électrolyse en milieu fondu ou en milieu aqueux et dont on pourrait extraire le plomb et régénérer le chlore. Les procédés au sulfate entraînent la formation de sulfate de plomb ($PbSO_4$) qui pourrait

être facilement converti en $PbCl_2$ par lixiviation à la saumure. On a donc intérêt à mettre au point et à évaluer les techniques de lixiviation, de purification et d'électrolyse pour extraire le plomb du $PbCl_2$. Le principal stimulant est la question de l'hygiène, même si la possibilité de traiter les résidus de plomb à l'aide d'une variété de procédés d'extraction est un avantage évident.

Les travaux de recherche sont menés sur quatre fronts: étude des réactions de lixiviation en regard des minéraux de plomb, d'argent et d'arsenic; solubilité des chlorures d'argent et de plomb; purification et régénération des solutions de lixiviation; extraction électrolytique du plomb.

## Extraction et affinage des métaux

Le Nouveau-Brunswick possède les plus importantes réserves de zinc, de plomb et d'argent au Canada, et les possibilités de faire une exploitation rentable de ses ressources ont été très limitées en raison de la complexité des gisements. Il a été démontré que des taux élevés d'extraction, qui sont essentiels à la rentabilité d'un grand nombre de gisements du N.-B., ne peuvent être obtenus que par la production de concentrés collectifs qui, en raison de leur complexité et de leur valeur relativement faible, ne peuvent être extraits ni affinés par les procédés classiques. Il est essentiel de mettre au point un nouveau procédé d'extraction rentable du zinc, du plomb, du cuivre, de l'argent et des autres sous-produits des concentrés collectifs pour la vente, tout en minimisant les problèmes d'environnement associés à l'élimination ou à l'évacuation de la pyrite et de l'acide sulfureux.

On a choisi trois options de traitement pour la production de produits affinés à forte teneur. On étudie présentement au CANMET les avantages techniques et économiques d'un procédé d'extraction au chlorure ferrique. Deux procédés d'extraction au sulfate sont à l'étude, principalement à la Sherritt Gordon Mines et au Conseil de recherches et de productivité (CRP) du Nouveau-Brunswick, dans le cadre de contrats à frais partagés entre l'industrie, le CANMET et le ministère de l'Expansion industrielle régionale (MEIR). Le CANMET est l'autorité scientifique dans ces études.

Au cours de 1983, on a terminé avec succès les travaux réalisés dans le cadre d'un contrat à frais partagés entre le CANMET et la Sherritt-Gordon, visant à résoudre les problèmes associés à l'agglomération de pyrite et de soufre lorsqu'on applique le procédé de lixiviation à l'acide sulfurique sous pression (ASP) à des concentrés collectifs. La Sherritt publiera un rapport en 1984.

Les plans de conception et de construction, à proximité de Chatham (N.-B.), d'une usine pilote de sulfatation-grillage-lixiviation (SGL) de 10 t/j ont été approuvés. On prévoit que la construction sera terminée en mars 1985. Les coûts de l'usine seront défrayés principalement par le MEIR (N.-B.). On a aussi créé un comité consultatif technique auquel participent des représentants du CANMET et de l'industrie. On prévoit commencer en avril 1985 l'exploitation de l'usine pilote avec des matériaux d'alimentation recommandés et fournis par l'industrie.

On a effectué des essais basés sur le procédé de lixiviation au chlorure ferrique (LCF) dans différentes conditions, et on a accordé un contrat visant à étudier les procédés de LCF, à évaluer les progrès réalisés jusqu'à ce jour et à préparer un schéma de traitement dans l'intention de construire une usine de démonstration pilote.

Les autres projets entrepris ou poursuivis au cours de l'année comprennent: réduction de l'accumulation de sulfate au cours des opérations de lixiviation, extraction au solvant du zinc des solutions de lixiviation au chlorure de fer, extraction de l'argent, cémentation de l'argent des électrolytes de chlorure cuivreux, extraction électrolytique du cuivre et du zinc contenus dans des électrolytes de chlorure, programme conjoint CANMET/Cominco sur l'électrolyse du zinc, études de solutions, oxydation du chlorure ferreux et mise au point de méthodes analytiques.

## Chloruration-oxydation par voie sèche des minerais complexes

On a poursuivi les travaux de recherche dans le cadre du projet de démonstration d'un procédé de chloruration par voie sèche permettant d'extraire, sous forme de produits commerciaux, au moins 95 % du métal et du soufre contenus dans le concentré collectif sulfuré complexe provenant d'un minerai complexe du Nouveau-Brunswick.

Une étape clé du procédé de chloruration pyrométallurgique, la déferrisation, est l'élimination totale ou presque totale du fer contenu dans le produit de chloruration. Des concentrations élevées de fer dans les solutions de lixiviation subséquentes constitueraient un obstacle important dans les méthodes d'extraction des métaux, comme l'extraction au solvant ou l'extraction électrolytique. Une méthode prometteuse pour l'élimination du fer est la formation et le dégagement de vapeur de chlorure ferrique par l'injection d'un excès de chlore dans la coulée après que les sulfures métalliques ont été complètement convertis en chlorures métalliques liquides et en soufre gazeux par injection de chlore stoechiométrique. On a entrepris des études dans lesquelles on utilise des mélanges de chlorure métallique pour simuler un produit de chloruration type.

On a effectué une étude en vue de déterminer si la chloruration à basse température du minerai sulfuré à l'aide de chlorure de soufre ($S_2Cl_2$) pouvait être techniquement réalisable à la place du procédé pyrométallurgique dans lequel il faut injecter du chlore à une coulée. On a trouvé qu'une chloruration à environ 100°C pendant 30 minutes donnait un bon taux d'extraction des métaux. L'élimination de l'excès de chlorure de soufre du produit a été réalisée en faisant circuler sur le

matériau de l'azote à 70°C, pendant une heure. Avec un temps de rétention assez court dans l'enceinte de chloruration, on a pu réduire le taux d'extraction du fer sans modifier les taux d'extraction du cuivre, du plomb et du zinc.

## Procédé hydrométallurgique pour le nickel et le cuivre

On a poursuivi les travaux de recherche dans le cadre du projet visant à mettre au point et à démontrer à l'échelle du laboratoire une technique hydrométallurgique de traitement des minerais sulfurés de nickel et de cuivre permettant d'extraire 95 % des métaux non ferreux ainsi que les métaux précieux et d'obtenir du soufre élémentaire et un produit de fer vendable ou jetable.

Ce projet a été mis sur pied suite à l'inquiétude manifestée au sujet des "pluies acides". On estime que cette inquiétude se traduira par la mise en application de normes de protection de l'environnement plus sévères concernant les émissions d'acide sulfureux ($SO_2$). Bien qu'on puisse réduire les émissions de $SO_2$ par conversion en acide sulfurique, il est souhaitable, en raison des contraintes de commercialisation et de stockage, que des solutions à long terme de réduction des émissions de $SO_2$ soient envisagées. Les méthodes à long terme comportent la mise au point de traitements qui produisent du soufre élémentaire plutôt que du $SO_2$ à partir des minerais sulfurés de métaux non précieux, particulièrement le nickel et le cuivre, qui présentent un rapport soufre à métal élevé.

On a terminé une étude de la documentation sur l'extraction hydrométallurgique du cuivre et du nickel à partir de minerais sulfurés et on prépare actuellement une nouvelle édition définitive à des fins de diffusion. Après une étude initiale détaillée de 51 procédés, on a choisi pour l'évaluation finale seulement 14 procédés concernant presque uniquement le cuivre. L'étude a permis d'identifier des secteurs spécifiques de R-D à explorer pour augmenter les possibilités de commercialisation de ces procédés.

On a fait des évaluations plus poussées du procédé de la Great Central Mines (GCM) afin de déterminer sa viabilité au Canada, particulièrement pour les producteurs de cuivre, comme l'Hudson Bay Mining and Smelting. On a préparé un rapport et présenté un document sur les avantages comparatifs du procédé, dans lequel on suppose que du cuivre en cathodes de grande pureté peut être produit directement. Cependant, il faut encore faire de la R-D à l'échelle pilote afin de vérifier la faisabilité technique du procédé.

## Lixiviation bactérienne

On a poursuivi les travaux de recherche en vue de mettre au point des techniques basées sur l'utilisation de micro-organismes dans les procédés d'extraction et d'enrichissement afin d'exploiter les gisements minéraux qui ne peuvent être traités de façon rentable par les procédés ordinaires.

La lixiviation en tas est un procédé très répandu, mais elle n'est pas entièrement adaptée aux conditions climatiques canadiennes. Cependant, des progrès technologiques importants sont réalisés dans l'application de la lixiviation bactérienne à un procédé biohydrométallurgique rentable pour l'extraction des métaux secondaires dans les minerais sulfurés, particulièrement le minerai laissé dans les mines comme support de mine ou trop pauvre pour être exploitable par les méthodes minières ordinaires. Généralement, 30 % d'un gisement sont laissés intacts dans la plupart des travaux d'exploitation minière. Le traitement de ces ressources résiduelles par lixiviation bactérienne permettrait une utilisation plus complète des réserves de minerai.

Au cours de l'année, on a poursuivi les travaux de recherche sur la lixiviation bactérienne des minerais sulfurés et l'extraction biohydrométallurgique de la silice dans les minerais d'alumine. La réunion inaugurale du Réseau de lixiviation des minéraux et de récupération des métaux — Réseaux nationaux de recherche sur la biotechnologie (BIOMINET), regroupant des universités canadiennes, des sociétés minières et des organismes de développement technologique en vue de favoriser l'utilisation de la biotechnologie dans l'industrie minière, a eu lieu au CANMET les 13 et 14 octobre 1983. Un comité directeur a été formé. Ce comité a préparé et réalisé un sondage en vue de déterminer le niveau d'intérêt dans divers secteurs de la biotechnologie.

## Extraction du vanadium dans les sables bitumineux

Ce projet a été mis sur pied en vue d'évaluer la faisabilité économique et technique de l'extraction du vanadium des sables bitumineux de l'Athabasca avant le traitement thermique du bitume, et d'établir et optimiser une technologie compatible avec les procédés utilisés pour la séparation du bitume.

L'étude de la documentation existante et les essais exploratoires au banc n'ont pas permis d'identifier des voies de recherche prometteuses pour rentabiliser l'extraction du vanadium dans les sables bitumineux avant l'incinération du goudron; ce secteur d'étude sera abandonné.

## Récupération de l'argent dans l'industrie du zinc

Le Canada est le premier fournisseur mondial de concentrés de zinc et l'un des principaux producteurs de zinc. Les concentrés de zinc canadiens contiennent des quantités récupérables d'argent, mais les taux de récupération dans les usines canadiennes varient de 0 % à plus de 90 %. Beaucoup d'efforts ont déjà été consacrés à la récupération de l'argent et de nombreuses études sont en cours de réalisation, mais elles n'ont connu jusqu'à maintenant qu'un succès limité. On a donc entrepris une étude approfondie et critique du problème global de la perte de l'argent et de sa récupération dans l'industrie du zinc, en s'attaquant

d'abord au minerai puis aux différentes étapes du traitement et finalement aux produits finals ou aux résidus, ou aux deux.

On a divisé le projet global en plusieurs domaines de recherche: minéralogie de l'argent, bilans de l'argent dans les usines de traitement commerciales, étude de la technologie de la lixiviation de l'argent, étude de la technologie de la précipitation de l'argent, et mise au point de méthodes analytiques pour le contrôle des processus chimiques.

Des progrès ont été réalisés dans tous ces secteurs de recherche au cours de l'année.

### Récupération de l'étain dans les résidus de métaux non précieux

Le CANMET a mis sur pied un projet de recherche en vue de mettre au point, pour récupérer l'étain contenu dans les résidus de flottation des sulfures de métaux non précieux, des méthodes plus efficaces que les méthodes actuelles de concentration par gravité.

Au Canada, on trouve des concentrations variables d'étain dans un grand nombre de minerais sulfurés de métaux non précieux. Trois sociétés en particulier, la Kidd Creek Mines, la Brunswick Mining and Smelting Corp. Ltd. et la Heath-Steele perdent au-delà de 7 000 tonnes d'étain par année, ce qui représente une valeur d'environ 90 millions de dollars. Seule la Kidd Creek possède un circuit de récupération de l'étain basé sur les méthodes les plus modernes de concentration par gravité, mais l'utilisation de ce circuit a été suspendue à cause des très faibles taux de récupération (inférieurs à 10 %) qui interdisent toute rentabilité. La mise au point d'une méthode permettant de récupérer seulement 30 à 40 % de l'étain contenu dans les résidus aurait des répercussions financières importantes.

Le projet a commencé par une étude approfondie de la documentation mondiale sur les méthodes de concentration de l'étain en vue d'établir une stratégie de recherche. Les méthodes de récupération les plus prometteuses pour la cassitérite fine sont la flottation à l'air dissous et d'autres procédés basés sur les propriétés de surface, par exemple la flottation à deux liquides, l'agglomération sphérique et la floculation sélective.

On a effectué une étude minéralogique d'échantillons de produits du concentrateur de Kidd Creek qui ont été recueillis lors d'une visite de cette usine. Les résultats indiquent qu'environ 85 % de la cassitérite contenue dans les résidus du concentrateur se présentent sous forme de grains libres dont les dimensions vont de 4 à 37 $\mu$m, la plus grande partie se situant entre 9 et 18 $\mu$m. Les grains libres de cassitérite récupérés dans le concentré d'étain appartiennent au même intervalle de dimensions que les grains des résidus, et ils sont trop petits pour qu'on puisse en faire une récupération efficace à l'aide des méthodes modernes de concentration par gravité.

## APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS

### Homologation et conseils techniques

Le projet Homologation et conseils techniques de la sous-activité Homologation, mise à l'essai et recherche en matière d'explosifs a été mis sur pied afin de répondre aux exigences de l'article 14 de la Loi canadienne sur les explosifs. Au cours des 60 années d'application de la Loi, les fonctions du laboratoire, qu'il s'agisse d'homologuer des explosifs, de fournir des conseils sur des problèmes techniques concernant la manutention des explosifs ou d'enquêter sur des accidents survenus avec des explosifs, ont évolué de façon continue. Les compétences en matière de sûreté des explosifs se développent sur place par la voie de contrats avec les laboratoires de recherche des fabricants, de projets de recherche réalisés à forfait, de projets de développement réalisés sur place et d'échanges internationaux. Étant donné que les formules commerciales sont protégées par des brevets, les résultats de chaque examen d'homologation demeurent confidentiels.

Les responsabilités continuent de se multiplier à cause des progrès techniques réalisés dans la formulation des produits, de la responsabilité internationale du Canada en tant que grand producteur d'explosifs et des réactions de plus en plus vives de la population canadienne face aux accidents survenus avec des matières explosives.

### Activités de recherche et résultats

Au cours de l'année, 184 nouveaux explosifs ont été examinés pour fin d'homologation. Le travail a porté sur 2 013 échantillons. Les nombres correspondants d'explosifs et d'échantillons pour l'année financière 1982-1983 étaient respectivement de 159 et 1 838, et pour 1981-1982, ils étaient de 233 et 2 059.

Le nombre accru d'échantillons présentés en 1983 pour fin d'examen en laboratoire reflète la légère amélioration de l'activité économique. On a remarqué des accroissements appréciables pour les explosifs brisants (classes 1, 2 et 3), les munitions (classe 6.1) et les pièces d'artifice (classe 7.2.1).

Au cours de l'année dernière, il ne s'est produit aucun accident majeur de fabrication nécessitant l'intervention du laboratoire. À la demande de l'industrie, on a évalué des cisailles explosives mises au point pour enlever les têtes de boulons d'ancrage et on les a modifiées légèrement pour rompre les câbles de renforcement utilisés pour la stabilisation du toit dans les mines souterraines. Le laboratoire a été appelé à témoigner dans un procès concernant l'utilisation illégale d'explosifs. On a évalué l'effet de nouveaux revêtements possibles pour le nitrate d'ammonium en granules sur la stabilité thermique de l'explosif en utilisant le calorimètre à taux accéléré, et le laboratoire a participé, avec plusieurs fabricants d'explosifs et la GRC, à l'échange de méthodes analytiques applicables aux explosifs.

Le laboratoire a conçu, en collaboration avec l'industrie, un certain nombre d'expériences en vue de déterminer la probabilité de détonation d'un propergol. On a examiné une série d'essais sur des dispositifs d'allumage de fusée en vue d'établir une classification ONU adéquate. Une demande basée sur les résultats de ces essais sera présentée à l'ONU en vue d'établir une nouvelle classe pour ces dispositifs. On a aussi fourni une aide à l'industrie pour mesurer les niveaux de bruit produits par certains dispositifs pyrotechniques militaires.

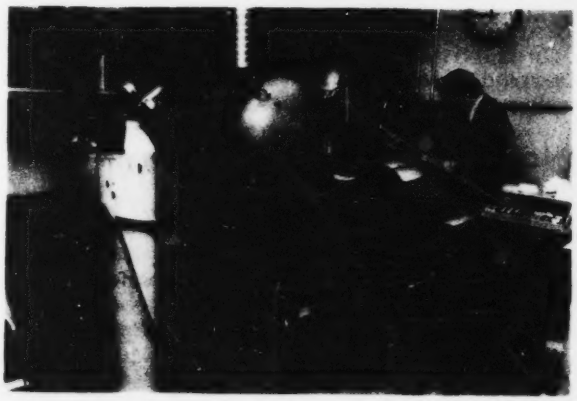
Au cours de l'année, le laboratoire a terminé l'installation et l'évaluation d'un matériel de radiographie pour des essais non destructifs de divers produits explosifs. Ce matériel étend les essais d'explosifs aux problèmes de fonctionnement dus à des défauts de conception ou à des changements qui ont pu se produire en raison du manque de soin dans la manutention ou le transport. On a utilisé le matériel pour identifier les défauts de fabrication possibles dans des bases pour pièces d'artifice qui auraient pu entraîner l'explosion d'un certain nombre de ces bases au cours de feux d'artifices. On n'a trouvé aucun défaut et on a discuté avec le fabricant afin d'identifier d'autres causes possibles de ces problèmes.

## Recherche et développement sur les explosifs

Le Canada travaille présentement, en collaboration avec d'autres pays, sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies, à mettre au point un système de classification international unifié des matières dangereuses, y compris les explosifs. On prévoit que la Loi canadienne sur les explosifs sera modifiée de façon à inclure les nouvelles normes proposées d'ici 1987. Le CANMET évalue présentement les nouvelles normes proposées, qui sont basées sur un système d'évaluation des dangers, ainsi que les méthodes d'essai utilisées dans d'autres pays, comparativement aux normes canadiennes actuelles, qui sont basées sur un système de classification chimique, et aux méthodes d'essai du CANMET, afin de s'assurer que la conversion n'entraîne pas de changement important dans la classificaton des explosifs. Le CANMET et des organismes qui remplissent les mêmes fonctions dans d'autres pays jouent un rôle de premier plan dans cette évaluation internationale des nouvelles normes proposées. On prévoit que ce travail sera terminé en 1986.

L'industrie canadienne met présentement au point de nouveaux explosifs à émulsion. Il faut déterminer les caractéristiques de ces explosifs, identifier et quantifier les dangers qu'ils présentent pour la santé et la sécurité, et mettre au point des méthodes d'essai fiables pour faire leur évaluation normale. Ces activités s'insèrent dans un effort permanent en vue d'améliorer les méthodes d'essai et d'évaluation des explosifs.

Vu le coût et la complexité des essais dont le but est de déterminer les caractéristiques de sûreté d'échantillons globaux d'explosifs, le CANMET a concentré ses efforts pendant plusieurs années à la mise au point d'outils de modélisation informatisée en vue d'évaluer des paramètres comme la sensibilité de détonation, la production de vapeurs et les caractéristiques de propagation, basés sur la composition chimique des explosifs. Dans ce travail de modélisation, on en est au point où il est nécessaire d'effectuer une vérification sur le terrain de gros échantillons. On se consacrera à ce travail au cours des cinq prochaines années.



*Scientifique utilisant un calorimètre accéléré au Laboratoire de recherche sur les explosifs*

Au cours de 1983-1984, le Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs (LCRE) a continué d'étudier la stabilité thermique des explosifs à l'aide de son calorimètre à taux accéléré (CTA). Le laboratoire a terminé son évaluation d'explosifs brisants purs, y compris le PETN, le RDX, le TETRYL, le TNT et la nitroguanidine. On a commencé des travaux portant sur la réactivité de différents métaux avec le nitrate d'ammonium. Les résultats préliminaires indiquent que plusieurs métaux réagissent à des températures beaucoup plus faibles que le point de fusion du nitrate d'ammonium. On poursuit présentement cette étude.

En raison de la difficulté d'établir une relation entre la propagation ou la sensibilité à l'espacement des explosifs, déterminée à partir d'essais en laboratoire, et les situations réelles, on a effectué une série d'études dont le but était d'établir cette relation. On a étudié certains milieux de confinement, notamment le sable, l'acier et le béton. Les espacements critiques obtenus dans l'acier et le béton pour différents diamètres d'explosifs étaient beaucoup plus grands que prévu. Étant donné l'intérêt manifesté par l'industrie et l'utilité éventuelle des résultats dans les applications minières, on prévoit poursuivre les travaux à contrat.

Au cours de l'année dernière, le laboratoire a envoyé un délégué à une série de réunions du Groupe d'experts en explosifs de l'ONU. Ces réunions ont eu lieu à Morgantown (Virginie-Occidentale, États-Unis), Genève (Suisse) et Bonn (République fédérale allemande). Elles ont abouti à la préparation d'un projet de recueil d'essais qui accompagnera les recommandations de l'ONU sur le transport des matières dangereuses.

On travaille présentement à la mise au point d'une jauge de pression d'impact non récupérable. On a éprouvé certaines difficultés dans l'étalonnage dynamique de cette jauge, mais on prévoit qu'elles seront résolues. On effectue aussi des mesures d'impact d'un percuteur à chute libre. Cette activité est complétée à 75 %.

On a terminé le contrat de modélisation sur ordinateur pour la prévision des caractéristiques de détonation des explosifs en bouillie. Le travail de ce contrat s'insère dans les efforts permanents du CANMET en vue d'établir de nouvelles normes concernant l'homologation des explosifs. L'objectif de ce contrat était de mettre au point un modèle approprié de calcul des paramètres de détonation des explosifs en bouillie.

# INFORMATION SUR LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE

Depuis 1975, la Division de l'information technologique regroupe dans le cadre d'une seule unité fonctionnelle toutes les sections d'information et de distribution du CANMET, à savoir, la bibliothèque, les services d'information, les publications, les renseignements et la documentation techniques. La DIT est responsable du traitement et de la diffusion de l'information sur la technologie des minéraux et de l'énergie.

Le programme de l'information technologique comprend les activités suivantes:

1. L'élaboration des ressources documentaires par l'identification, la sélection, l'évaluation et l'acquisition de publications techniques en provenance de toutes les parties du monde qui intéressent les domaines de spécialisation du CANMET. Cette activité a pour but d'encourager les recherches effectuées au Ministère et de respecter l'engagement de CANMET à appuyer le réseau national d'information scientifique et technologique.
2. Le traitement de l'information pour garantir l'accessibilité de l'information aux nombreux usagers desservis par CANMET. Le traitement de l'information comprend l'organisation, moyennant le cataloguage et la classification des documents ajoutés à la collection de la bibliothèque, l'élaboration d'une variété de répertoires et de bases de données et l'édition et la préparation des rapports établis par les scientifiques du CANMET.
3. La diffusion de l'information par l'intermédiaire de la bibliothèque et de systèmes de recherche documentaire pour appuyer les scientifiques du CANMET dans leurs travaux.

En raison du mandat qui lui est propre, CANMET doit fournir des renseignements techniques et des conseils d'ordre technologique au gouvernement et au peuple canadien. La Division de l'information technologique offre également des services à d'autres organismes gouvernementaux ainsi qu'au secteur privé.

## ÉLABORATION DE L'INFORMATION

Au cours de l'exercice 1983-1984, la bibliothèque s'est enrichie de 1 616 monographies et de 906 microfiches. Présentement, le nombre d'abonnés aux périodiques en langue étrangère est de 2 591 personnes, ce qui représente une augmentation de 205 abonnés par rapport à l'an dernier. En tout, 2 727 nouveaux articles ont été ajoutés à la collection de la bibliothèque pour un total de 208 604 documents au 1er mars 1984.

Des travaux longuement planifiés concernant la modification et la rénovation de la bibliothèque ont été entrepris au début du mois de mars et contribueront à remédier aux problèmes d'entreposage et de locaux de travail. La salle de lecture du Complexe de Bells Corners sera ouverte au public soit à la fin de la présente saison ou au début de l'été.

## TRAITEMENT DE L'INFORMATION

Le personnel de l'unité de cataloguage et de classement de la bibliothèque a presque doublé son rendement depuis l'année dernière, en partie, grâce à l'élimination de problèmes reliés à la mise en route et à l'utilisation du système automatisé UTLAS et à l'amélioration des connaissances en informatique du personnel. Un total de 3 427 documents ont été classés, catalogués et ajoutés aux collections comparativement à un total de seulement 1 837 entrées pour l'année précédente.

L'utilisation croissante du centre de données informatisé sur les mines, (MINTEC) et du centre de données sur le traitement des minéraux, (MINPROC), a largement dépassé toutes les attentes et prouve la nécessité et l'utilité de ces services. Au cours de la période d'envoi des rapports, le fichier de MINTEC s'est enrichi de 1 993 nouvelles entrées pour un total de 26 728 documents. Au 31 mars 1984, le fichier de MINPROC comprenait 8 656 documents, une augmentation de 1 910 entrées par rapport à l'an dernier.

Une des activités principales de DIT est la publication des rapports des scientifiques et agents contractuels du CANMET. Au cours de l'exercice 1983-1984, 909 rapports ont été publiés par CANMET. Le tableau 1 présente un résumé des publications par rapport, catégorie et source.

La Section des publications, DIT a fourni son appui au personnel des laboratoires lors de la Semaine des sciences '83 en produisant de nombreuses affiches, enseignes et brochures éducatives. La Division a également offert son aide au Bureau de transfert de la technologie lors de l'exposition Promotech '83 qui a eu lieu à Montréal.

Une documentation photographique importante comprenant 800 diapositives démontrant les installations et activités du CANMET a également été réalisée.

## DIFFUSION DE L'INFORMATION

Au cours de l'année financière 1983-1984, la bibliothèque a fait 70 705 prêts au personnel du CANMET.

Tableau 1 – Publication du CANMET, par catégorie et par source
1983-1984

| CATÉGORIE | LSM | LRE | LRM | LRMP | LRC | BPR | BTT | ADMIN | DIT | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rapports du CANMET | 12 | — | — | — | 3 | — | — | — | 1 | 16 |
| Articles de presse | | 17 | 39 | 43 | 15 | | | | | 114 |
| Exposés oraux | | | | | | | | | | |
| Rapports de divisions | 15 | 23 | 70 | 29 | 13 | 2 | | | 28 | 180 |
| Rapports internes | 1 | 4 | 11 | 7 | 1 | 1 | | | | 25 |
| Rapports confidentiels | | 37 | 6 | 1 | 6 | | | | | 50 |
| Rapports sur les contrats | | | | 1 | | | | | | 1 |
| TOTAUX | 28 | 81 | 126 | 81 | 38 | 3 | — | — | 29 | 386 |

L'unité de prêts entre bibliothèques qui appuie les efforts du CANMET visant l'élaboration d'un réseau national d'information sur les sciences et la technologie a répondu à 4 345 demandes de prêts et de photocopies provenant de l'extérieur, soit une baisse de 15 %. Bien que les raisons de la diminution de la demande ne soient pas encore entièrement connues, deux causes semblent vraisemblables: la facilité du service de commande en direct offert par ICIST et sa capacité d'accepter des comptes de dépôt pour les commandes éventuelles, ce qui élimine la nécessité de traiter les factures séparément lors de chaque commande.

L'utilité des centres de données informatisés MINTEC et MINPROC, qui sont accessibles par l'intermédiaire des Systèmes QL, peut être évaluée en fonction de l'accueil du public canadien. Au cours de la période d'envoi des rapports, 3 819 recherches ont été effectuées au Centre informatisé MINTEC, soit une augmentation d'environ 25 pour cent par rapport à l'an dernier. Les recherches au centre informatisé MINPROC se sont élevées à 1 188, soit une augmentation de 175 pour cent par rapport à l'année précédente.

La base de données sur le charbon (COAL) à laquelle on peut accéder par le Système CAN OLE du Conseil national de recherches est produite en collaboration avec les pays membres de l'Agence internationale de l'énergie. La DIT qui est responsable de l'accès en direct de la base de données au Canada a répondu à 209 demandes au cours de l'exercice 1983-1984. Cette base a permis d'effectuer 8 498 recherches durant l'année. Les usagers les plus assidus ont été les organismes gouvernementaux suivis respectivement par l'industrie et les universités.

La base de données sur les projets relative au charbon (COALPRO), contrepartie de la base de donnée COAL et également élaborée en collaboration avec les pays membres de l'AIE est devenue accessible au public pour la première fois en août 1983. Pendant la période d'envoi des rapports, un total de 1 429 recherches ont été effectuées à cette base de données.

La Section des renseignements techniques et de la documentation a répondu à 2 811 demandes importantes de renseignements, une baisse de 4,7 pour cent par rapport au nombre de demandes faites au cours de l'exercice 1982-1983. Les agents d'information de DIT ont répondu à 2 232 de ces demandes, ce qui représente une légère augmentation depuis l'année dernière. Le tableau 2 présente un sommaire des demandes traitées par le personnel de la DIT réparties par sujet et origine.

Au nombre des produits et services offerts par la Section des renseignements techniques et de la documentation, on retrouve:

- Liste de mise à jour: sorties imprimées mensuelles produites d'après des profils d'intérêt répondant aux besoins individuels, présentent la nouvelle documentation des bases de données commerciales. Cent six usagers ont utilisé ce service au cours de l'année 1983-1984.

- MINTEC Résumés sur la technologie minière: compilation des articles nouveaux au centre de données informatisé sur la technologie de la DIT. Vingt-deux numéros du bulletin ont été distribués à 122 récipiendaires.

- Bibliographie des contributions canadiennes à la mécanique des roches: compilation annuelle par le personnel de la DIT de publications techniques, de comptes rendus de symposiums et de conférences présentés dans des universités canadiennes. La documentation compilée est publiée dans le Canadian Mining and Metallurgical Bulletin.

- Documentation actuelle — Technologie minière et du traitement des minéraux de l'Europe de l'Est: bulletin bi-mensuel contenant les tables de matière traduites des publications périodiques de l'Europe de l'Est et qui traite de l'exploitation minière et du traitement des minéraux. Cinq numéros ont été publiés au cours

de l'année 1983-1984 et distribués à 26 usagers du ministère EMR.

- Rapports publics: bulletin bi-mensuel d'information sur les nouvelles publications du CANMET contenant les rapports préparés par les agents contractuels du CANMET. Au cours de la période d'envoi des rapports, on a distribué huit numéros à 759 bénéficiaires partout au Canada.

- Le catalogue des publications du CANMET: c'est un groupement annuel de toutes les publications préparées et diffusées durant l'année. Le catalogue comprend des résumés en français et en anglais de tous les rapports et de tous les documents de la série des rapports du CANMET, de tous les articles envoyés à l'extérieur pour publication et des présentations orales. Le catalogue est distribué à plus de 1 000 bibliothèques, organismes et particuliers qui ont manifesté un intérêt pour la recherche sur la technologie des minéraux et de l'énergie.

Tableau 2 – Demandes traitées réparties par sujet et origine
1983-1984

| SUJET | (N = 2 811) | ORIGINE | |
|---|---|---|---|
| Mines | 25,4 % | Personnel du CANMET | 21,7 % |
| Traitement des minéraux | 17,8 % | Autres directions, EMR | 3,6 % |
| Métallurgie | 28,9 % | Agences gouvernementales | 9,7 % |
| Énergie (incl. charbon) | 27,9 % | Collèges et universités | 11,8 % |
| | | Industrie | 32,5 % |
| | | Public en général | 7,6 % |
| | | Sources étrangères | 13,1 % |

# TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

Au cours de l'année financière 1983-1984, le Bureau de transfert de la technologie (BTT) a consolidé ses activités relatives au transfert et à l'évaluation de la technologie, à l'appui des politiques et l'étude des projets et assumé la surveillance des activités du programme spécial START (Service temporaire d'aide à la recherche et à la technologie) d'une durée de deux ans. Dans le cadre du programme START, le BTT a administré un programme de recherche sur la technologie d'une valeur de 600 000 $ qui englobait le parrainage d'ateliers, de séminaires et de demandes de brevets d'invention, l'organisation d'activités particulières visant à promouvoir la technologie, telles Promotech 83 et la Journée de visites du CANMET; les études portant sur l'évaluation de la technologie afin d'établir les objectifs des programmes de recherche. Le BTT a oeuvré conjointement avec les divisions en vue de planifier et d'intensifier les activités de transfert de la technologie en préparant les formulaires d'autorisation de projets et en fournissant son appui aux divisions relativement aux demandes de brevets et à la protection du droit de propriété intellectuelle.

Le BTT a appuyé le Bureau du Directeur général en effectuant la vérification des notes et des documents de service en provenance du Cabinet, en fournissant des renseignements au Ministère, en compilant un bulletin d'information hebdomadaire pour le Sous-ministre adjoint et en conduisant de façon appropriée des enquêtes sur divers sujets.

L'étude des projets comprenait des activités telles la réalisation d'une analyse subventionnée des coûts-avantages du projet "Pit Slope", le parachèvement d'une analyse sociale des coûts-avantages découlant des recherches sur l'extraction du tantale effectuées par CANMET en 1967 et la réalisation d'une étude préliminaire portant sur la nature et l'importance économique de 35 projets exécutés par CANMET. Le BTT a également fait l'appréciation économique de diverses activités de R-D financées par le secteur public.

Le groupe d'évaluation de la technologie a appuyé le CANMET au niveau technique en participant à une étude importante effectuée par le gouvernement et l'industrie sur les aspects économiques, techniques et environnementaux de l'industrie canadienne de fonderie des métaux non ferreux. Le groupe à fait l'évaluation de nombreuses techniques y compris les procédés d'extraction du métal du minerai de manganèse et du minerai de fer de l'Arctique et l'extraction électrolytique du cuivre dans les solutions de chlorure; il a également participé aux études portant sur la lixiviation de l'or contenu dans les résidus et sur l'élimination du $SO_2$ des émissions gazeuses des fonderies. Ces dernières études ont donné lieu à deux découvertes qui font l'objet d'une évaluation en vue d'être brevetées. Le Bureau a également contribué à la réalisation d'évaluations économiques dans le cadre d'une étude conjointe EMR-AINC sur la mine plomb-zinc Cyprus Anvil du Yukon ainsi que d'une étude effectuée par EMR sur l'usine de ferro-alliages de la Union Carbide au Québec. Des projets visant la simulation des procédés de liquéfaction du charbon par ordinateur et l'évaluation du procédé d'assèchement du lignite ont également été élaborés.

# PROGRAMME NATIONAL DE GESTION DES RÉSIDUS D'URANIUM

La première année financière d'exploitation du Programme de gestion des résidus d'uranium s'est terminée en 1983-1984. Tous les travaux de recherche et d'étude entrepris pendant cette période ont été réalisés à contrat par des organismes extérieurs, principalement du secteur privé. De ces contrats, 34 ont vu le jour au cours de l'année. On a finalisé les objectifs du programme et on a terminé les plans de stratégie pour les cinq années que durera le programme.

Le programme est axé sur la gestion à long terme des résidus d'uranium, particulièrement le comportement futur des résidus abandonnés après le déclassement de la mine. Il faut prévoir la nature et le taux d'émission des contaminants qui peuvent entraîner une exposition grandissante du public à des rayonnements ou à d'autres formes d'éléments toxiques. Les modèles probabilistes sont le seul moyen de prévoir les événements futurs et de quantifier l'incertitude qui leur est associée. Par conséquent, la mise au point et l'utilisation de ces modèles sont des activités clés du programme. Les résultats de la modélisation donnent aussi une orientation générale aux autres activités du programme.

La modélisation est l'élément principal du programme, mais elle dépend de l'existence d'une base de données qui doivent reposer sur des résultats de programmes de recherche et de mesure. Ces programmes traitent des processus physiques et chimiques qui entrent en jeu dans les résidus et dans l'environnement ainsi que des techniques d'élimination, actuelles ou en cours d'élaboration, pour réduire les émissions de contaminants dans cet environnement. Les activités du programme ont été axées sur ces 'composantes' ainsi que sur la mise au point d'un modèle de système global ayant pour but d'établir un lien entre toutes les composantes.

Une activité importante du programme a été la création d'une base de données sur les résidus d'uranium qui a été perfectionnée au cours de la dernière année de façon à être plus facilement accessible. On a amélioré considérablement la base de données en lui ajoutant de nouvelles catégories de données, et on a préparé un progiciel pour micro-ordinateur afin de faciliter le chargement des données dans la base principale et leur extraction. On a accordé un contrat dont le but est la mise au point d'une méthode d'évaluation des données suivant cinq catégories de fiabilité.

Le programme permettra de produire entre autres documents plusieurs manuels sous la forme de lignes directrices à l'intention du personnel du gouvernement et de l'industrie qui couvriront les méthodes de pointe de gestion des résidus d'uranium. Au cours de la dernière année, on a fini de préparer trois de ces manuels qui attendent d'être publiés: Méthodes et matériel servant à l'échantillonnage des résidus de mines d'uranium; Méthodes analytiques pour déterminer les radionucléides et autres constituants des résidus d'uranium; et Descriptions des materiaux de référence servant à l'assurance de la qualité dans l'analyse des matériaux utilisés par les agents contractuels du PNRRU.

On a commencé une activité importante de mise au point d'un modèle de système qui permettra de faire la démonstration de techniques d'évaluation probabiliste des effets à long terme des résidus d'usines d'uranium au Canada. Le premier contrat est une etape préliminaire de la mise au point d'un tel modèle, dans laquelle on utilise un seul contaminant radioactif, le radium 226, et un modèle simple de transport à neuf compartiments pour représenter les différents trajets entre la source et l'homme.

On a entrepris une étude détaillée en vue de déterminer les coûts de gestion des résidus et on a obtenu une plage de coûts unitaires de 1,11 à 2,20 $ par livre d'oxyde d'uranium produit.

D'autres contrats qui ont été accordés au cours de l'année et qui sont plus ou moins avancés portent notamment sur les aspects suivants:

- étude de la dispersion du radon dans l'atmosphère, axée sur le rôle des poussières dans le transport des radionucléides dégagés de la surface de résidus;
- influence de la végétation sur les émanations de radon provenant de résidus;
- modélisation de la migration des contaminants dans les panaches d'eau souterraine acide autour des bassins de résidus d'uranium;
- études de contrôles cinétiques de l'oxydation de la pyrite dans les résidus d'uranium pyriteux;
- études de simulation numérique du déversement des eaux souterraines dans les cours d'eau à partir de la surface des résidus d'usines d'uranium abandonnées;
- étude de la possibilité de lixiviation du radium 226 des boues de sulfate de radium et de baryum, particulièrement en ce qui concerne l'effet de l'action bactérienne;

- étude de l'efficacité de barrières synthétiques destinées à des bassins de résidus d'uranium.

On a aussi fait des travaux de préparation d'un contrat dont le but est d'évaluer le rendement de la méthode de gestion consistant à déverser les résidus sous la surface, à Key Lake.

Au cours de l'année, on a créé un comité consultatif technique formé de représentants de l'industrie minière de l'uranium, des gouvernements provinciaux et fédéral et des organismes de réglementation. Le principal but du comité est d'examiner les plans futurs et d'évaluer l'avancement du programme. Il donnera aussi des conseils concernant les tendances dans la gestion des résidus qui peuvent influer sur le programme, identifiera les lacunes dans les connaissances actuelles et fournira un apport qui pourrait être précieux pour le succès éventuel du programme.

# ANNEXE A

## PERSONNEL PROFESSIONNEL DU CANMET

### BUREAU DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

W.G. Jeffery; B. Sc., M. Sc. (Leeds); D. Sc. (McGill); Directeur général

J.T. Jubb; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Toronto); Sous-directeur général

### BUREAU DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

D.A. Reeve; B. Sc., D. Sc. (Birmingham); Directeur

B.B. Gladwin; B. Sc., M. Sc. (Queen's); ing.; Directeur adjoint, Exploitation minière

R.W. Revie; B. Sc. A. (McGill), M.Ing. (R.P.I.), D. Sc. (M.I.T.); Scientifique

A.E. George; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (le Caire); Directeur adjoint, Traitement

F.D. Friedrich; M. Sc. (Queen's); Directeur adjoint, Utilisation de l'énergie

C.J. Adams; B. Sc., M. Sc. (McGill); D. Sc. (McMaster); ing.; Chercheur scientifique

### DIVISION DE L'INFORMATION TECHNOLOGIQUE

J.E. Kanasy; B. Sc., B. A. (Windsor); M. A. (Michigan), D. Sc. (Pittsburgh); Chef de la division

#### Bibliothèque

G. Peckham; B. A., B.L.S. (McGill); Bibliothécaire en chef

M.T. Gagné; B. A., M.Bibl. (Montréal), Bibliothécaire

J. Ho; B. A., B.L.S. (Ottawa); Bibliothécaire

K. Nagy; B. Sc., B.L.S. (McGill); Bibliothécaire

C.M. Nason; B. A., M. A. (Carleton); M.L.S. (Western Ontario); Bibliothécaire

#### Renseignements techniques et documentation

G.M. Blondeau; B. A. (Queen's); M. A. (Guelph); Rédacteur de résumés sur les mines

C.F. Dixon; B. Sc. A. (N.S.T.C.); ing.; Agent d'information sur la métallurgie

W. Kent; B. A. (Carleton); Administrateur de la base de données

R.T. Blake; A.C.S.M. (Royaume-Uni); ing.; Agent d'information sur la technologie des minéraux

G. Tremblay; B. Sc. A. (Carleton); Documentaliste

T.J. Patel; B. Sc. (Oregon State); M. Sc. (Washington State); Rédacteur de résumés sur le traitement des minéraux

J.J. Krocko; B. Sc. (Alberta); Agent d'information sur l'énergie

#### Publications

M. Close Sacco; B. A. (Toronto); B. A. (Spécialisation) (Ottawa); Chef de section Rédactrice en chef

J.L. Harcourt; Rédacteur adjoint (anglais)

L.J. Montsion; B. A. (Communications); B. A. (Langues) (Ottawa); M. A. (Carleton); B. Ed. (Ottawa); Rédactrice adjointe (français)

### DIVISION DES SERVICES TECHNIQUES

E.K. Swimmings; B. Sc. (Queen's); ing.; Chef de la division

D.M. Norman; M.I. Génie mécan. Borough Polytechnique (Royaume-Uni); Ingénieur

### BUREAU DU PROGRAMME NATIONAL DE GESTION DES RÉSIDUS D'URANIUM

V.A. Haw; B. Sc., M. Sc. (Queen's); Directeur

### BUREAU DE TRANSFERT DE LA TECHNOLOGIE

J.A. Potworowski; B. Sc. (Laval); D. Sc. (Toronto); M.B. A. (Harvard); Directeur

W.J.S. Craigen; B. Sc. (Queen's); Gestionnaire

J. Palmer; B. Sc. (Aberdeen); ing.; Ingénieur

F.J. Kelly; B.Eng. (N.S.T.C.); Chercheur scientifique

W.S.H. Wong; B.Eng. (McMaster); ing.; Ingénieur

R. Philar; M. Sc. (Connecticut); M.B.A. (Washington); ing.; Ingénieur

P.G. Sutterlin; B. Sc. (McMaster); D. Sc. (Northwestern); Gestionnaire

S.J.P. Mercure; B. Sc. (Montréal); M. Sc. (McGill); M.B.A. (Ottawa); Conseiller technique

G.S. Bartlett; B. Sc., B. A. (Memorial); Économiste

## LABORATOIRES DE RECHERCHE SUR L'ÉNERGIE

B.I. Parsons; B. Sc., D. Sc. (McGill); Ph.D. (Oxford); Directeur des laboratoires

### Services techniques

L.P. Mysak; Dipl. Techno. mécan. (Algonquin); B. Sc. A., M. Sc. A.; ing. (Ottawa); Ingénieur

D.M. Arsenault; GL MAM

J.M. Dudall; GL MAM

## Laboratoire de recherche sur les combustibles synthétiques

J.M. Denis; B. Sc. A. (Ottawa); ing.; Gestionnaire

### Mise au point des procédés

D.J. Patmore; B. Sc. (Bristol); D. Sc. (Alberta); Chercheur scientifique

T.J.W. de Bruijn; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Delft); Chercheur scientifique

J. Chase; B. Sc. chimie (Acadia); B. Sc. A. génie chimique (McGill); D. Sc. (University of London); Chercheur scientifique

W.H. Dawson; B. Sc. (McGill); D. Sc. (Western Ontario); Chercheur scientifique

D.D.S. Liu; B. Sc. A. (génie chimique) (N. Taiwan University); D. Sc. (Dalhousie); Chercheur scientifique

F.T. Ng; B. Sc. (Hong Kong); M. Sc., D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

R.B. Logie; B. Sc. A. (Nouveau-Brunswick); Ingénieur

P.L. Sears; M. A., D. Sc. (Cambridge); Scientifique

R.W. Beer; EG ESS

A.J.G. Cooke; Dipl. Tech. mécan. (Algonquin); EG ESS

R.W. Devlin; Dipl. Forestrie (Sault Ste Marie); EG ESS

G.H. Dicks; Dipl. Tech. biochim. (Algonquin); EG ESS

R.S. Eagleson; EG ESS

A.J. Kuiper; Dipl. Tech. biochim. (Algonquin); EG ESS

P.E. Landry; Dipl. Tech. mécan. (Algonquin); EG ESS

J. Letourneau; Dipl. Tech. chim. ind. (Hull); EG ESS

R.N.L. Lycette; EG ESS

G.J. McColgan; Dipl. Journalisme (Algonquin); EG ESS

C.A.W. McNabb; Dipl. Tech. mécan. (Algonquin); EG ESS

P.J. Mulvihill; Dipl. Chim. ind. (Algonquin); EG ESS

G.J. Noel; Dipl. Tech. chim. ind. (Hull); EG ESS

V.R. Phillips; Dipl. Tech. mécan. (Algonquin); EG ESS

M.P. Pleet; EG ESS

R.A. St. Louis; B. Sc. (Ottawa); EG ESS

### Récupération du bitume et du pétrole

D.K. Faurschou; B. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

J. Margeson; B. Sc. (Carleton); M. Sc. (Ottawa); Chercheur scientifique

### Section d'analyse

M.R. Lafleur; B. A. (Ottawa); B. Sc. A. (Waterloo); M. Sc. (Alberta); Ingénieur, chimiste

D.M. Ciugston; B. Sc., D. Sc. (McMaster); Chimiste

### Liquéfaction du charbon

J.F. Kelly; B. Sc. A., D. Sc. (McGill); ing.; Chercheur scientifique

S. Fouda; B. Sc. A. (le Caire); D. Sc. (Waterloo); Chercheur scientifique

M. Ikura; B. Sc. A. (Himeji); M. Sc. A. (Osaka); D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

P. Rahimi; B. Sc. (Iran); M. Sc. (Brock); D. Sc. (Alberta); Chercheur scientifique

## Laboratoire de recherche sur la combustion et la carbonisation

G.K. Lee; B. Sc. A., M. Sc. (Queen's); ingénieur civil; Gestionnaire

### Traitement du charbon et du coke

T.A. Lloyd; B. Sc. (Carleton); Chercheur scientifique (Physique)

R.G. Fouhse; B. Sc. A. (Saskatchewan); ing.; Ingénieur

### Recherche sur la carbonisation

J.T. Price; B. Sc. (Calgary); D. Sc. (Western Ontario); Chercheur scientifique

J.F. Gransden; B. Sc. (London); A.R.S.M., D. Sc. (Western Ontario); Chercheur scientifique

J.G. Jorgenson; B. Sc. (Carleton); Chercheur scientifique

**Technologie de la conservation d'énergie**

A.C.S. Hayden; B. Sc. A.; M. Sc. A. (Carleton); Ingénieur, Chercheur scientifique

S.W. Lee; B. Sc. (Rangoon); D. Sc. (McMaster); Chercheur scientifique

R.W. Braaten; B. Sc. A. (Carleton); ing.; Ingénieur; chercheur scientifique

**Technologie émergente en matière d'énergie**

F.D. Friedrich; B. Sc. A. (Saskatchewan); M. Sc. (Queen's); ing.; Chercheur scientifique

E.J. Anthony; B. Sc. B. A. (université libre); D. Sc. (Swansea); Chimie C.; Chercheur scientifique

D.L. Desai; B.E. (Sardar Patel); M. Sc. A. (Ottawa); ing.; Ingénieur

I.T. Lau; B. Sc. (Chengkung); M. Sc. A. (Ottawa); Ingénieur

V.V. Razbin; Ingénieur diplômé de l'École supérieure de génie mécanique et électrique, Sofia, Bulgarie; Ingénieur

**Procédés de combustion industrielle**

H. Whaley; B. Sc. A., D. Sc. (Sheffield); ingénieur civil; Chercheur scientifique

G.N. Banks; B. A. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

P.M.J. Hughes; B. Sc. A. (Waterloo); M. Sc. génie mécanique (Waterloo); Chercheur scientifique

K. Thambimuthu; B. Sc. (Birmingham); M. Sc. A. (McGill); D. Sc. (Cambridge); Chercheur scientifique

B. Cox; B. Sc. A. (Ottawa); Technique mécanique (Algonquin); Ingénieur

J.K.L. Wong; B. Sc. (Calgary); Chercheur en sciences physiques

**Constitution du charbon et du coke**

B.N. Nandi; B. Sc., M. Sc. (Calcutta); D. Sc. (Génie) (Karlsruhe); Chercheur scientifique

J.A. MacPhee; B. Sc. (St. Francis Xavier); D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

L. Ciavaglia; B. Sc. A. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

**Contrôle des projets et dessin industriel**

S.I. Steindl; Ingénieur diplômé (Budapest); M. Sc. A. (Queen's); ing.; Ingénieur

**Laboratoire de recherche sur le traitement des hydrocarbures**

M. Ternan; B. A. Sc. (Colombie-Britannique); D. Sc. (McGill); ing.; Gestionnaire

**Pyrolyse et gazéification**

D.P.C. Fung; B. Sc. (Colombie-Britannique); D. Sc. (Windsor); Chercheur scientifique

E. Furimsky; Ingénieur diplômé (Prague); D. Sc. (Ottawa); Chercheur scientifique

C. Prokash; B. Sc. A., Génie chimique (Banaros Hindu University); D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

M. Skubnik; B. Sc. A., M. Sc. A. (Bratislava); Chercheur en sciences physiques

**Analyse et normalisation**

L.C.G. Janke; B. Sc. (Sir Wilfrid Laurier); B. Ed. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

M.D. Farrell; B. Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

J.Z. Skulski; Génie chimique (Wroclaw, Pologne); Chimiste

**Séparation et caractérisation**

H. Sawatzky; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

S. Coulombe; D.E.C., B. Sc., D. Sc. (Montréal); Chercheur scientifique

B. Farnand; B. A. Sc., D. Sc. (Ottawa); Chercheur scientifique

G. Jean; D.E.C., B. Sc., D. Sc. (Western Ontario); Chercheur scientifique

M. A. Poirier; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Montéal); Chercheur scientifique

S.M. Ahmed; B. Sc., M. Sc. (Inde); Chimiste

**Hydrotraitement catalytique**

J.F. Kriz; Ingénieur diplômé (Prague); D.Sc. (Dalhousie); ing.; Chercheur scientifique

C.W. Fairbridge; B. Sc., M. Sc. (Lakehead); D. Sc. (St. Andrews); Chercheur scientifique

J. Monnier; B. Sc. (Laval); D. Sc. (McMaster); Chercheur scientifique

M.V.C. Sekhar; B. Sc. (Madras); M. Sc. (Itt-Madras); D. Sc. (Calgary); Chercheur scientifique

M.F. Wilson; B. Sc., D. Sc. (St. Andrews); Chercheur scientifique

**Recherche sur la catalyse**

J.R. Brown; B. Sc., D. Sc. (Western Ontario); Chercheur scientifique

V.M. Allenger; B. Sc. A. (McGill); M. Sc. A., génie chimique (Ottawa); Chercheur scientifique

J.Z. Galuska; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Jagiellonian); Cracow, Pologne); Chercheur scientifique

S.H. Ng; B.Eng. (Taiwan); D. Sc. (Nouveau-Brunswick); Chercheur scientifique

## LABORATOIRE DE RECHERCHE MINIÈRE

T.S. Cochrane; B. Sc. A., M. Sc. A. (Washington); ing.; Directeur

### Laboratoire de la mécanique des roches

G.E. Larocque; B. Sc. (Carleton); Gestionnaire

A. Boyer; B. Sc. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

R. Boyle; B. Sc. (Ottawa); Informaticien

A. Fustos; B.S.F. F.E., B. Sc. A. (UBC); ing.; Ingénieur

L. Geller; Diplômé en génie mécanique (Budapest); B. Sc. A., génie (London); M. Sc. (Toronto); Chercheur en sciences physiques

M. Gyenge; Diplômé en génie (Budapest); ing.; Chercheur scientifique

R.L. Sabourin; B. Sc., M. Sc. A. (École polytechnique); ing.; Ingénieur

N.A. Toews; B. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

Y.S. Yu; B. Sc., M. Sc. A. (McGill); Chercheur scientifique

D.F. Walsh; B. Sc. (Memorial); Chercheur en sciences physiques

A.S. Wong; B. Sc. (National Taiwan University); M. Sc. (Ottawa); Chercheur en sciences physiques

A.B. Annor; B. Sc. A. (Ottawa); ing.; Chercheur en sciences physiques

R. Jackson; B. Sc. A. (Waterloo); Chercheur en sciences physiques

J. Pathak; B. Sc. A., M. Sc. A. (Sager, Inde); D. Sc. (Freiberg, Allemagne); Ingénieur

M. Bétournay; B. Sc., M. Sc.A., B. Sc. A. (McGill); Ingénieur

B.T. Wells; B. Sc. (Bath); M. Sc. (C.I.T.); D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

R.J.R. Welwood; B. Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

### Laboratoire d'Elliot Lake

R.O. Tervo; B. Sc. A. (Toronto); D. Sc. (Bradford); ing.; Gestionnaire

J. Bigu; M. Sc. (Barcelone); D. Sc.; Chercheur scientifique

M. Gangal; B. Sc. (Agra, Inde); M. Sc. (Rokee, Inde & McGill); D. Sc. (Calgary); Chercheur scientifique

D.G.F. Hedley; B. Sc., D. Sc. (Newcastle); ing.; Chercheur scientifique

G. Knight; B. Sc. (Birbeck, Londre); Chercheur scientifique

D.R. Murray; B. Sc. A. (Collège McDonald); Chercheur scientifique

M. Savich; Diplômé en génie minier (Ljobljan, Yugoslavie); B. Sc. A., M. Sc. A. (McGill); Chercheur scientifique

N.K. Davé; B. Sc., M. Sc., (Rajastman, Inde); D. Sc. (Queen's); BPD

B. Swan; B. Sc. (Londres); D. Sc. (Londres); DIC; ARSM; Chercheur scientifique

M. Grenier; B. Sc. (Université Laurentienne); Chercheur en sciences physiques

T.P. Lim; B. Sc. (Ottawa); Chercheur en sciences physiques

B. Arjang; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Allemagne); Chercheur scientifique

P. MacDonald; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Angleterre); Chercheur scientifique

### Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs

R.R. Vandebeek; B. Sc., M. Sc. (Carleton); Gestionnaire intérimaire

K.C. Cheng; B. Sc., M. Sc. A. (McGill); Chercheur en sciences physiques

E. Contestabile; B. Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

K.K. Feng; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Iowa); Chercheur scientifique

C.A. Vary; B. Sc. (Ottawa); Agent technique

P. Lee; B. Sc. (Hong Kong Baptist); Chimiste

## Laboratoire canadien de recherche sur les atmosphères explosives

J.A. Bossert; B. Sc. (Queen's); Gestionnaire

E.D. Dainty; B. Sc., M. Sc. A. (Toronto); ing.; Chercheur scientifique

G. Lobay; B. Sc. A. (Manitoba); Ingénieur

P. Mogan; B. Sc. A. (Toronto); ing.; Chercheur scientifique

N. Sarin; Diplômé en génie mécanique et automobile (Oxford College of Technology); B. Sc. A., génie mécanique (Waterloo); Ingénieur

J. Szymanski; B. Sc., M. Sc. A.; M. Sc. A. (Génie mécanique); D. Sc. (Génie mécanique) (Wroclaw, Pologne); BPD

# LABORATOIRES DES SCIENCES MINÉRALES

W.A. Gow; B. Sc. A. (Toronto); Directeur

E.G. Joe; B. Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

## Laboratoire de chimie

R.G. Sabourin; B. Sc. (Ottawa); Gestionnaire

### Métaux et alliages

D.J. Barkley; B. Sc. (Carleton); Chimiste

E.H. MacEachern; B. Sc. (Mount Allison); Chimiste

J.W. Wittwer; B. Sc. (Carleton); Chimiste

### Minerais et analyses pyrognostiques

J.C. Hole; B. A. (Toronto); Chimiste

R.R. Craig; B. Sc. (Glasgow); Chimiste

### Physique des rayonnements et des minéraux

M.G. Townsend; B. Sc., D. Sc. (Southampton); Chercheur scientifique

### Chimiste des solutions

G.A. Hunt; B. Sc. (Carleton); Chimiste

J.E. Atkinson; B. A. (Queen's); Chimiste

J.A. Graham; B. Sc. (Carleton); Chimiste

### Radiométrie et fluorimétrie

J.L. Dalton; B. Sc., M.Ing. (Carleton); Chimiste

C.W. Smith; M. Sc., D. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

D.L. Curley; B. Sc. (Carleton); Chimiste

R.H. McCorkell; M. Sc., D. Sc. (Manitoba); Chimiste

### Émission optique et NAA

T.R. Churchill; B. Sc. (Western Ontario); Chimiste

R.E. Horton; B. Sc. (Carleton); Chimiste

### Analyse spéciales

A. Hitchen; B. Sc. (McMaster); Chimiste

M.E. Leaver; B. Sc. (Queen's); Chimiste

### Projets spéciaux

E.M. Donaldson; B. Sc. (Manitoba); Chercheur scientifique

E. Mark; B. A. (Toronto); Chimiste

### Recherche sur les matériaux de référence

H.F. Steger; B. Sc., D. Sc. (McMaster); Chercheur scientifique

## Laboratoire de métallurgie extractive

M.C. Campbell; B. Sc. (St. Francis Xavier); B. Sc. A. (N.S.T.C.), D.I.C.; M. Sc. A. (Londre); ing.; Gestionnaire

### Chimie métallurgique

J.E. Dutrizac; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

D.J. MacKinnon; B. Sc., M. A., D. Sc. (Ottawa); Chercheur scientifique

K. Bartels; B. Sc. (Carleton); Chimiste

E. Rolia; B. A. (UBC); Chimiste

O. Dinardo; B. Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

R.M. Morrison; B. Sc., D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

### Chimie physique

A.H. Webster; B. A., M. A., D. Sc. (UBC); Chercheur scientifique

S.M. Ahmed; B. Sc., D. Sc. (Saskatchewan); Chercheur scientifique

R.F. Pilgrim; B. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

R. Sutarno; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (N.S.T.C.); ing.; Chercheur scientifique

S.A. Mikhail; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (le Caire); D. Sc. (Génie) (Norvège); Chercheur scientifique

V.H.E. Rolko; B. Sc. (Manitoba); Chimiste

J. Leduc; B. Sc. (Montréal); M. Sc., D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

**Purification des solutions**

G.M. Ritcey; B. Sc. (Dalhousie); Chercheur scientifique

G. Pouskouleli; B. Sc. (Grèce); M. Sc. (Montréal); D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

R. Molnar; B. Sc. A. (McGill); D. Sc. (London); D.I.C.; Chercheur scientifique

**Pyrométallurgie**

J.M. Skeaff; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

C. Hamer; B. Sc. A. (N.S.T.C.); M. Sc. A. (Queen's); ing.; Chercheur scientifique

V.M. McNamara; B. Sc., B. Sc. A., M. Sc. A. (Toronto); ing.; Chercheur scientifique

L.J. Wilson; B. Sc. (McMaster); Chimiste

D. Liang; B. Sc. A., M. Sc. A. (Queen's); ingénieur

**Lessivage**

B.H. Lucas; B. Sc. A. (Queen's); ing.; Chercheur scientifique

D. Shimano; B. Sc. (Concordia); Chercheur en sciences physiques

K.E. Haque; M. Sc., D. Sc. (Ottawa); Chercheur scientifique

**Biotechnologie**

H.W. Parsons; B. Sc. (Alberta); Chercheur scientifique

A. Jongejan; Geol. Can. Drs. (Amsterdam); D. Sc.; Chercheur scientifique

M. Silver; B. Sc., M. Sc. (Manitoba); D. Sc. (Syracuse); Chercheur scientifique

V. Sanmugasunderam; B. Sc. (Ceylan); M. Sc. (Pays de Galles); D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

## Laboratoire de traitement des minéraux

G.W. Riley; A.S.C.M. (Camborne School of Mines); ing.; Gestionnaire

**Céramiques**

K.E. Bell; B. Sc. A. (Saskatchewan); ing.; Chercheur scientifique

V.V. Mirkovich; D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

D.H.H. Quon; B. Sc. (National Sun Yat Sen University); M. Sc. (Ohio State); D. Sc. (Michigan); Chercheur scientifique

T.A. Wheat; D. Sc. (Leeds); Chercheur scientifique

A. Ahmad; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Nouveau-Brunswick); Chercheur scientifique

A.K. Kuriakose; D. Sc., M. A., B. Sc. (Madras, Inde); Chercheur scientifique

J.D. Canaday; M.B.A. (Arizona); B. Sc. (Oklahoma); M. Sc., D. Sc. (Guelph); M. Sc. (Calgary); Chercheur scientifique

**Matériaux de construction**

V.M. Malhotra; B. Sc., B. Sc. A. (W. Australia); Chercheur scientifique

H.S. Wilson; B. Sc. A. (Saskatchewan); Chercheur scientifique

G.G. Carette; B. Sc. (Laval); Ingénieur

B. Nebesar; M. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

E. Douglas; B. Sc. (Génie chimique) (Argentine); D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

**Valorisation des minerais**

L.L. Sirois; B. A., B. Sc. A., M. Sc. A. (McGill); ing.; Chercheur scientifique

G.I. Mathieu; B. A., B. Sc. (Laval); Chercheur scientifique

A.I. Stemerowicz; B. Sc. A. (Queen's); ing.; Chercheur scientifique

D. Laguitton; Ingénieur chimiste (Rennes); D. Sc. (Laval); Chercheur scientifique

K.S. Moon; B. Sc. A., M. Sc. (Seoul National University); M. Sc. A., M. Sc. (Colombie-Britannique); D. Sc. (Californie); Chercheur scientifique

J.H.C. Leung; B. Sc. (Taiwan); M. Sc. (Waterloo); Chercheur en sciences physiques

J.M.D. Wilson; B. Sc., M. Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

W.H. Cameron; B. Sc. (Queen's); Chercheur en sciences physiques

V.G. Reynolds; B. Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

M. Cristovici; B. Sc. A. (Bucarest); Chercheur scientifique

J.M. Lamothe; B. Sc. A. (École polytechnique); Chercheur scientifique

**Minéralogie**

R.M. Buchanan; B. A., M. A. (Toronto); Chercheur en sciences physiques

L.J. Cabri; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

J.L. Jambor; B. A., M. Sc., D. Sc. (Carleton); Chercheur scientifique

W. Petruk; B. Sc. A., M. Sc., D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

T.T. Chen; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Cornell); Chercheur scientifique

J.A. Soles; B. Sc., M. Sc. (Colombie-Britannique); D. Sc. (McGill); ing.; Chercheur scientifique

M.R. Hughson; B. A. (Western Ontario); Chercheur en sciences physiques

J.T. Szymanski; B. Sc., D. Sc. (London); Chercheur scientifique

J.F. Rowland; B. Sc., M. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

P.R. Mainwaring; B. Sc. (Western Ontario); D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

**Minéraux non métalliques et résiduels**

R.K. Collings; B. Sc. A. (N.S.T.C.); ing.; Chercheur scientifique

S.S.B. Wang; B. Sc. (Hong Kong Baptist); M. Sc. (Californie); D. Sc. (Toronto); Chercheur en sciences physiques

P.R.A. Andrews; B. Sc. A., génie (London); M. Sc. A. (Melbourne); Chercheur scientifique

***Chercheurs invités***

A. Ahmad; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Nouveau-Brunswick)

R. McMillan; D. Sc. (Colombie-Britannique)

R.M. Morrison; D. Sc. (Colombie-Britannique)

## LABORATOIRES DE RECHERCHE EN MÉTALLURGIE PHYSIQUE

W.H. Erickson; B. Sc., M. Sc. (Mich. Tech); D. Sc. (Durham); ing.; Directeur

C.S. Champion; B. Sc. (St. Andrew); PGCE (Cambridge); Rédacteur scientifique

### Laboratoire de façonnage des métaux

J.T. Jubb; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (Toronto); Gestionnaire

W.N. Roberts; M. A., D. Sc. (Leeds); Coordonnateur des programmes et de la planification (LRMP)

**Fonderie**

R.K. Buhr; B. Sc. A. (McGill); Chef

K.G. Davis; B. Sc. (Birmingham); M. Sc. A., D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

J.L. Dion; B. Sc. A. (Montréal); ing.; Chercheur en sciences physiques

R.A. Matte; B. Sc. A. (Ottawa); Ingénieur

G. Morin; B. Sc. A. (Laval); ing.; Ingénieur

A. Palmer; B. Sc. A., D. Sc. (London); ing.; Chercheur scientifique

E.I. Szabo; M. Sc., D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

R.D. Warda; B. Sc. A. (Colombie-Britannique); D. Sc. (Cambridge); Chercheur scientifique

L. Whiting; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (McGill); MBA (Ottawa); Chercheur scientifique

**Façonnage des métaux**

A.F. Crawley; B. Sc. A., D. Sc. (Glasgow); ing.; Chef

D.L. Baragar; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

J. Mainville; B. Sc. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

G.E. Ruddle; B. Sc. A., M. Sc. (Waterloo); D. Sc. (Virginie); ing.; Chercheur scientifique

J.M. Too; B. Sc. (Taiwan); M. Sc. (McGill); D. Sc. (Pays de Galles); Chercheur scientifique

**Essais non destructifs**

V.L. Caron; B. Sc. A. (Laval); M. Sc. A. (Paris); ing.; Chef

G. Landry; B. Sc. A. (Montréal); Chercheur en sciences physiques

D.K. Mak; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

J.P. Monchalin; D. Génie (Paris); M. Sc., D. Sc. (M.I.T.); Chercheur scientifique

**Soudage**

J.T. McGrath; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (Toronto); ing.; Chef

R. Chandel; B. Sc. A. (Nagpur); D. Sc. (Birmingham); Chercheur scientifique

J.T. Bowker; B.Met., D. Sc. (Sheffield); Chercheur scientifique

J.E.M. Braid; B. Sc. A. (Waterloo); D. Sc. (Cambridge); Chercheur scientifique

R.D. McDonald; B. Sc. A. (Queen's); ing.; Chercheur scientifique

### Laboratoire de développement des métaux

D.W.G. White; S.M., D. Sc. (M.I.T.); ing.; Gestionnaire

**Sciences de la corrosion**

J.B. Gilmour; B. Sc. (Queen's); D. Sc. (McMaster); ing.; Chef

G.J. Biefer; B. Sc., D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

D.C. Briggs; B. Sc. A., M.Ing. (McGill); D. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

H.M. Hindam; B. Sc. (le Caire); D. Sc. (McMaster); Chercheur scientifique

G.R. Hoey; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

A.W. Lui; B. Sc., M. Sc., D. Sc. (Windsor); Chercheur scientifique

J.C. Saiddington; ingénieur chimiste; M. Sc. A. (Toronto); Chercheur scientifique

V.S. Sastri; B. Sc., M. A., D. Sc. (New York); Chercheur scientifique

**Génie et physique des métaux**

W.R. Tyson; B. Sc. (Toronto); D. Sc. (Cambridge); Chef

G. Carpenter; B. Sc., D. Sc. (Pays de Galles); Chercheur scientifique

B. Faucher; Ingénieur INSA (Lyon); M. Sc. (Laval); D. Sc. (Ottawa); ing.; Chercheur scientifique

O. Vosikovsky; B. Sc. A., D. Sc. (Prague); Chercheur scientifique

K.C. Wang; B. Sc. A., D. Sc. (Rensselaer); Chercheur scientifique

J. Harbec; B. Sc. A. (McGill); ing.; Chercheur en sciences physiques

E.J. Cousineau; B. Sc. (Carleton); Chercheur en sciences physiques

K.S. Milliken; B. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

C.M. Mitchell; B. Sc. A., M. Sc. A., D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

J. Ng-Yelim; B. A. (Carleton); B. Sc. (Ottawa); Chercheur en sciences physiques

R.H. Packwood; B. Sc., D. Sc. (Birmingham); Chercheur scientifique

G. Roy; M. Sc. (Silésie); D. Sc. (P.A.M.); Chercheur scientifique

R. Holt; B. Sc. A. (Toronto); Chercheur scientifique

**Métallurgie**

J.D. Boyd; B. Sc. A. (Toronto); D. Sc. (Cambridge); Chef

L. Collins; B. Sc., M. Sc. (Queen's); D. Sc. (M.I.T.); Chercheur scientifique

D.M. Fegredo; B. Sc., M. Sc., Dipl., I.I.Sc., D. Sc. (Sheffield); A.I.M.; Chercheur scientifique

M.J. Godden; B.Met., D. Sc. (Sheffield); Chercheur scientifique

R.F. Knight; B. Sc., M. Sc. (Queen's); Chercheur scientifique

A. Couture; B. A., B. Sc. A. (Laval); ing.; Chercheur scientifique

M. Sahoo; B. Sc., B. Sc. A. (I.I.Sc., Bangalore); D. Sc. (Colombie-Britannique); ing.; Chercheur scientifique

T.F. Malis; B. Sc., M. Sc. A., M. Sc., D. Sc. (Manitoba); Chercheur scientifique

D.E. Parsons; B. Sc. A. (Toronto); Chercheur scientifique

M.T. Shehata; B. Sc. A. (le Caire); D. Sc. (McMaster); Chercheur scientifique

## LABORATOIRES DE RECHERCHE SUR LE CHARBON

T.D. Brown; B. Sc. (Durham); D. Sc. (Sheffield); ingénieur civil; Directeur

### Laboratoire de recherche sur le charbon: Edmonton

H.A. Hamza; B. Sc. (le Caire); D. Sc. (Newcastle-on-Tyne); Gestionnaire

**Science des colloïdes**

W.I. Friesen; B. Sc. (Brock); D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

W.H. Michaelian; B. Sc. (Californie); D. Sc. (Simon Fraser); Chercheur scientifique

V.M. Leung; B. Sc. (Hong Kong); M. Sc. (Manchester); D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

N.E. Anderson; B. Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

D. Axelson; B. Sc. (Toronto); D. Sc. (Toronto); Chercheur scientifique

C.W. Angle; B. Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

A.W.F. Mo; B. Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

S. Twa; B. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur en sciences physiques

K.A. Hashmi; B. Sc. A. (Alberta); ing.; Ingénieur

A. Potoczny; B. Sc. A. (Toronto); M. Sc. (Toronto); ing.

A. Ayoub; B. Sc. (Baghdad); Chercheur scientifique

J.C. Zwinkels; B. Sc. (Victoria); D. Sc. (Alberta); Professeur invité

R. Frenette; B. Sc. (Santo Tomas); EG ESS

**Enrichissement du charbon**

M.W. Mikhail; B. Sc. (Assuit); M. Sc. (Alberta); ing.; Ingénieur

R. Mikula; B. Sc. (Saskatchewan); D. Sc. (Colombie-Britannique); Chercheur scientifique

A. Salama; B. Sc. (Alexandrie); D. Sc. (Alberta); Chercheur scientifique

I.S. Parsons; B. Sc. (Western Ontario); Chercheur en sciences physiques

J. Szymanski; M. Sc. (Wroclaw); D. Sc. (Wroclaw); Chercheur scientifique

V. Munoz; B. Sc. (Chili); EG ESS

**Études spéciales**

J.L. Picard; B. Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

N.A. Mansour; B. Sc. (le Caire); B. Sc. (Alberta); D. Sc. (Alberta); Chercheur scientifique

**Carbonisation**

A.B. Fung; B. Sc. A. (Waterloo); ing.; Ingénieur

R. Zrobok; B. Sc. (Alberta); Chercheur en sciences physiques

## Laboratoire de recherche sur le charbon: Calgary

G. Zahary; B. Sc. A. (Alberta); M. Sc. A. (McGill); ing.; Gestionnaire

**Mécanique des strates**

B.M. Das; B. Sc. A., A.I.S.M. (Indian School of Mines); D. Sc. (Université technique des mines, Tchécoslovaquie); ing.; Chercheur scientifique

M.Y. Fisekci; Ingénieur diplômé (Turquie); M. Sc. A. (Sheffield); D. Sc. (Sheffield); Chercheur scientifique

N.J. Stuart; B. Sc. (Nottingham); D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

**Études sur la ventilation**

R.N. Chakravorty; B. Génie chimique (Jadavpur); D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

R.J. Kolada; B. Sc. (Nottingham); D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

**Évaluation des réserves**

A.S. Romaniuk; B. Sc. A. (Queen's); ing.; Chercheur en sciences physiques

V. Srajer; M. Sc. A. (Université des sciences appliquées, Tchécoslovaquie); ing.; Ingénieur

H.G. Naidu; B. Sc. A., A.I.S.M. (Indian School of Mines); ing.; Ingénieur

## Laboratoire de recherche sur le charbon: Cap-Breton

D.B. Stewart; B. Sc. A. (Queen's); ing.; Gestionnaire

P.R.M. Cain; B. Sc. (Cardiff); D. Sc. (Cardiff); Chercheur scientifique

A.W. Stokes; B. Sc. (Nottingham); D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

T.R.C. Aston; B. Sc. (Cardiff); D. Sc. (Nottingham); Chercheur scientifique

G. Bonnell; B. Sc. (Dalhousie); Chimiste

C. Hwang; B. Sc. (Taiwan); M. Sc. (Central); M. Sc. (McGill); D. Sc. (McGill); Chercheur scientifique

R.K. Singhal; B. Sc. A. (Nottingham); D. Sc. (Newcastle-on-Tyne); Génie chimique; ing.; Chercheur scientifique

# ANNEXE B

## REPRÉSENTATION DU CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES 1983-1984

## INTERNATIONAL

BRITISH FLAME RESEARCH COMMITTEE (membre) ..... G.K. Lee (LRE)

COMITÉ ÉCONOMIQUE CANADO-EUROPÉEN
Comité de travail sur le contrôle de l'amiante (membre) ..... G. Knight (LRM)

CANADA/JAPAN COAL LIQUEFACTION PROGRAM
Groupe de travail (membre) ..... M. Ikura (LRE)

COMITÉ CONJOINT DE PLANIFICATION POUR LA R-D SUR LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE DIESEL (président) ..... E.D. Dainty (LRM)

EXTRACTIVE AND PROCESS METALLURGY
Comité de rédaction (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

FUEL (London) (Rédacteur régional pour la région Est)
Comité international de rédaction (rédacteur canadien) ..... A.E. George (BPR)

INCLUSIONS AND RESIDUALS IN STEELS: EFFECTS ON FABRICATION AND SERVICE BEHAVIOUR
Comité d'organisation (président) ..... J.D. Boyd (LRMP)
(membres) ..... A.F. Crawley (LRMP)
..... A.R. Palmer (LRMP)

CONGRÈS INTERNATIONAL SUR LA PRÉPARATION DU CHARBON (1986)
Comité de direction (membre) ..... T.D. Brown (LRC)
Comité technique (président) ..... M.W. Mikhail (LRC)

COMITÉ INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR LE CHARBON (membre) ... D.A. Reeve (BPR)

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA MINÉRALOGIE APPLIQUÉE DANS L'INDUSTRIE DES MINÉRAUX
Comité d'organisation, 1984 (co-président) ..... W. Petruk (LSM)

CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR L'INSPECTION DES PIPE-LINES
Comité directeur (président) ..... R.W. Revie (BPR)
(sécrétaire) ..... D.K. Mak (LRMP)

INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY AND APPLICATIONS FOR HSLA STEELS
Comité d'organisation (1983) (membre) ..... J.D. Boyd (LRMP)

INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE STRENGTH OF METALS AND ALLOYS (CSMA-7)
Comité d'organisation (membre) ..... G.E. Ruddle (LRMP)

COMITÉ INTERNATIONAL DE PÉTROGRAPHIE DES CHARBONS (membre actif) ..... B.N. Nandi (LRE)
Pétrographie des sédiments organiques (membre) ..... B.N. Nandi (LRE)
Sous-comité des applications industrielles de la pétrographie du charbon (membre) ..... B.N. Nandi (LRE)

---

*ABRÉVIATIONS:*

| | | | |
|---|---|---|---|
| BDG | Bureau du directeur général | LRC | Laboratoires de recherche sur le charbon |
| LRE | Laboratoires de recherche sur l'énergie | BPR | Bureau des programmes de recherche |
| LRM | Laboratoires de recherche minière | DIT | Division de l'information technologique |
| LSM | Laboratoires des sciences minérales | PNGRU | Programme national de gestion des résidus d'uranium |
| LRMP | Laboratoires de recherche en métallurgie physique | BTT | Bureau de transfert de la technologie |

INTERNATIONAL CONGRESS ON THERMAL CONDUCTIVITY
(directeur) ..... V.V. Mirkovich (LSM)

CONGRÈS INTERNATIONAL SUR LA CORROSION DES MÉTAUX (9e)
Comité des programmes techniques (membre) ..... R.W. Revie (BPR)

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
Comité 31, Appareils électriques employés dans les atmosphères explosives (président) ..... J.A. Bossert (LRM)
Sous-comité 31A, Enceintes à l'épreuve du feu (président) ..... J.A. Bossert (LRM)

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE
Atmospheric Fluidized-Bed Combustion Agreement ..... F.D. Friedrich (LRE)
Accord sur les mélanges charbon-pétrole ..... H. Whaley (LRE)
Services sur le charbon
Technologie minière
Comité exécutif (président) ..... D.A. Reeve (BPR)
Groupe de travail sur les combustibles fossiles (président) ..... D.A. Reeve (BPR)
Accord sur la combustion du charbon pulvérisé pauvre en $NO_x$ ..... G.K. Lee (LRE)

Comité d'organisation — Conférence internationale sur la science du charbon ..... J.T. Price (LRE)
Comité de révision: L'utilisation propre du charbon ..... T.D. Brown (LRC)
Programme de recherche et de développement sur la production d'hydrogène à partir de l'eau (représentant technique canadien) ..... S.M. Ahmed (LSM)
Service d'information technique
Comité exécutif (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)
Comité technique (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)

INTERNATIONAL FLAME RESEARCH FOUNDATION
Groupe de travail sur l'aérodynamique (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Groupe de travail sur la chimie des flammes (membre) ..... E.J. Anthony (LRE)
Comité mixte (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Groupe de travail sur le pétrole et le gaz (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Groupe de travail sur le charbon pulvérisé (membre) ..... G.K. Lee (LRE)

INSTITUT INTERNATIONAL DE SOUDURE
Conseil canadien (président) ..... J.T. McGrath (LRMP)
(secrétaire exécutif) ..... R.D. McDonald (LRMP)
(membre) ..... J.T. Jubb (LRMP)
Commission X, contraintes résiduelles, rupture fragile de stabilisation (président) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Commission XIII, Comité des essais de fatigue (membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)

INTERNATIONAL JOURNAL — COAL PREPARATION
(Rédacteur adjoint) ..... M.W. Mikhail (LRC)

INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROMETALLURGY (rédacteur) ..... G.M. Ritcey (LSM)
Comité de rédaction (membres) ..... D.J. MacKinnon (LSM)
..... H.W. Parsons (LSM)

INTERNATIONAL JOURNAL OF MINE WATER
(Rédacteur canadien) ..... T.R.C. Aston (LRC)

INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMOPHYSICS
Comité de rédaction (membre) ..... V.V. Mirkovich (LSM)

INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSEL AND PIPING
Comité de rédaction (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

CONGRÈS INTERNATIONAL SUR LE TRAITEMENT DES MINÉRAUX (14e) (1982)
Comité scientifique international (membre/vice-président) ..... L.L. Sirois (LSM)
Comité d'organisation (membre) ..... M.C. Campbell (LSM)

CONGRÈS INTERNATIONAL SUR LA VENTILATION DES MINES (membre) ... G. Knight (LRM)

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE MINÉRALOGIE
Commission de la microscopie des minerais (représentant canadien) ..... L.J. Cabri (LSM)
Comité sur les sulphosels (membre) ..... T.T. Chen (LSM)

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION — COMITÉ CONSULTATIF CANADIEN
CERTICO, Homologation (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
REMCO, matériaux de référence (président) ..... R.G. Sabourin (LSM)
(membres) ..... R. Sutarno (LSM)
..... H. Steger (LSM)

TC17/SCI, Analyse de l'acier et de la fonte (membre) ..... R.G. Sabourin (LSM)
SC4, Alliages traités à la chaleur et aciers de coupe (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
SC6, Méthodes d'essais mécaniques (président) ..... D.E. Parsons (LRMP)
SC7, Méthodes d'essais autres que mécaniques et analyses chimiques (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
SC11, Moulage de l'acier (membre) ..... V. Caron (LRMP)
SC15, Aciers à rails (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
TC24, Tamis, tamisage et autres méthodes de granulométrie (membres) ..... G.W. Riley (LSM)
..... L.L. Sirois (LSM)
TC25, Fonte (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
TC26, SCI, Cuivre et alliages de cuivre (membre) ..... D.J. Barkley (LSM)
TC27, Combustibles minéraux solides (membre) .....
Comité consultatif canadien (président) ..... L. Janke (LRE)
SC2, Charbon brun et lignites (membre secrétaire) ..... L. Janke (LRE)
SC3, Coke (membre) ..... J.F. Gransden (LRE)
WG6, Évaluation des floculants pour la préparation du charbon (convocateur) ..... H.A. Hamza (LRC)
WG12, Plasticité (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
TC33, Matières réfractaires (membre) ..... K.E. Bell (LSM)
TC56, Mica (président) ..... G.W. Riley (LSM)
TC69, Application de méthodes statistiques (membre) ..... R. Sutarno (LSM)
SC6, Précision (représentant canadien) ..... R. Sutarno (LSM)
TC71/SCI, SC3, Béton (président) ..... V.M. Malhotra (LSM)
TC77, Amiante (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
TC82, Exploitation minière (président) ..... R. Welwood (LRM)
TC102, Minerai de fer (président) ..... G.W. Riley (LSM)
(membre) ..... R. Sutarno (LSM)
SCI, Échantillonnage (président) ..... R. Sutarno (LSM)
(membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC2, Analyse chimique (président) ..... G.W. Riley (LSM)
(membre) ..... J.C. Hole (LSM)
Matériaux de référence (représentant canadien) ..... R. Sutarno (LSM)
SC3, Essais physiques de minerais de fer (président) ..... J.T. Price (LRE)
(membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC4, Granulométrie des minerais de fer (président) ..... G.W. Riley (LSM)
WG12, Méthodes statistiques (convocateur) ..... R. Sutarno (LSM)
TC107/SC6, Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques (membre) ..... K.E. Bell (LSM)
TC109, Brûleurs au mazout domestiques (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
TC135/SC7, Qualification du personnel affecté aux END, secrétariat international (secrétaire) ..... V. Caron (LRMP)
TC146, Qualité de l'air (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC1, Émissions de sources fixes (membre) ..... H. Whaley (LRE)
SC2, Poste de travail (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC2/WG5, Fibres inorganiques (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC2/GW1, 5 (membre) ..... G. Knight (LRM)
TC155, Nickel et alliages de nickel (membres) ..... R. Sutarno (LSM)
(statisticien) ..... R. Sutarno (LSM)
TC156/WG1, Corrosion des métaux et des alliages/terminologie (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
TC163/SC3, SC4, Isolation (membre) ..... S.S. Wang (LSM)

TC164, Essais mécaniques des métaux (membres) ..... A.F. Crawley (LRMP)
..... O. Vosikovsky (LRMP)
TC166, Vaisselle en céramique en contact avec des aliments (membre) ..... K.E. Bell (LSM)
TC175, Fluorine (membre) ..... R.M. Buchanan (LSM)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE LA MÉCANIQUE DES ROCHES
Commission de normalisation des essais en laboratoire et sur le terrain (membre) ..... G. Herget (LRM)

COMITÉ INTERNATIONAL DE LA TECHNOLOGIE DE L'EXTRACTION PAR SOLVANTS
(membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

INTERNATIONAL STRATA CONTROL CONFERENCE ORGANIZING COMMITTEE (8th)
(représentant canadien) ..... D.B. Stewart (LRC)

ASSOCIATION INTERNATIONALE DES TRAVAUX EN SOUTERRAIN
Association canadienne des travaux en souterrain (membre) ..... L. Geller (LRM)

UNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHE SUR LES
MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
Comité 42, CEA, Durcissement rapide du béton (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
Comité des END du béton (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)

JOURNAL OF SEPARATION PROCESS TECHNOLOGY
Comité de rédaction (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

NATIONAL COMMITTEE FOR WORLD HYDROGEN ENERGY CONFERENCE
1984 (membre) ..... S.M. Ahmed (LSM)

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLEAIRE AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE ATOMIQUE
Groupe de travail sur l'extraction de l'uranium (président) ..... M.C. Campbell (LSM)

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ECONOMIQUES
Groupe de travail sur le nitrate d'ammonium ..... R.R. Vandebeek (LRM)
Groupe international de spécialistes sur les substances instables (représentant national) ..... R.R. Vandebeek (LRM)
Transport sur de longues distances des polluants atmosphériques (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité des politiques scientifiques et technologiques (représentant du Ministère) ..... V. Caron (LRMP)
Utilisation de la chaleur perdue (membre) ..... F.D. Friedrich (LRE)

SCIENCE AND TECHNOLOGY OF TRIBUTYL PHOSPHATE
Comité de rédaction (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

STUDY SESSION ON FRACTURE TOUGHNESS EVALUATION OF STEELS FOR ARCTIC MARINE USE
Comité d'organisation (président) ..... R. Thomson (LRMP)

NATIONS-UNIES
Groupes d'experts sur les explosifs (délégué) ..... R.R. Vandebeek (LRM)

U.S. CANADA INTERAGENCY WOOD COMBUSTION RESEARCH GROUP
(membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

U.S. CANADA MEMORANDUM OF INTENT FOR CONTROL OF LONG RANGE TRANSPORT OF AIR POLLUTANTS
Groupe de travail 3B (membre) ..... W.J. Craigen (LSM)

U.S. CANADA MEMORANDUM OF UNDERSTANDING FOR COOPERATION ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN TAR SANDS (OIL SANDS) AND HEAVY OIL
Comité exécutif (président canadien) ..... B.I. Parsons (LRE)

# ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AIR POLLUTION CONTROL ASSOCIATION
- Chauffage résidentiel (président) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY
- Division de la chimie du pétrole (représentant de la région IV, New-York, Nouvelle-Angleterre, Canada) ..... A.E. George (BPR)

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
- Conseil d'administration (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
- Comité des activités techniques (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
- Comité 548, Les polymères dans la construction (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
- Comité 114, Besoins en recherche sur le béton (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)

AMERICAN DEEP DRAWING RESEARCH GROUP (membre) ..... A.S. Crawley (LRMP)

AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY
- Division du laiton et du bronze, (comité exécutif, membre secrétaire) ..... M. Sahoo (LRMP)
- Comité exécutif — Section du fer ductile et du fer forgé (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
- Comité des applications de l'ordinateur (membre) ..... R.D. Warda (LRMP)
- Comité de recherche de la Division du fer ductile (président) ..... R.K. Buhr (LRMP)
- Conseil de recherches (président) ..... M. Sahoo (LRMP)
- Comité de transfert de la technologie ..... R.K. Buhr (LRMP)
- Sous-comité Zn-Al (membre) ..... M. Sahoo (LRMP)

AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL AND PETROLEUM ENGINEERS
- Comité de la minéralogie appliquée (membre) ..... W. Petruk (LSM)
- Comité des procédés électrolytiques (membre) ..... D.J. MacKinnon (LSM)
- Comité d'hydrométallurgie (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)
- Comité des publications (membre) ..... J.E. Dutrizac (LSM)

AMERICAN SOCIETY FOR METALS
- Comité international d'étude des métaux (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)
- Section locale de la vallée de l'Outaouais (président) ..... J.D. Boyd (LRMP)
  - (vice-président) ..... J.T. Jubb (LRMP)
  - (secrétaire-trésorier) ..... M.T. Shehata (LRMP)
  - (secrétaire-trésorier adjoint) ..... L.E. Collins (LRMP)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM)
- Groupe de travail sur les résidus d'extraction et de traitement des minerais (membre) ..... R.K. Collings (LSM)
- Groupe de travail sur le chevauchement des raies en spectrométrie X (membre) ..... R.E. Horton (LSM)
- C-9, Béton (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
  - C-9-09-05, Essais non destructifs du béton (président) ..... V.M. Malhotra (LSM)
- D-5, Charbon et coke .....
  - Comité d'adhésion (secrétaire) ..... L. Janke (LRE)
  - Comité exécutif (membre) ..... L. Janke (LRE)
  - Comité (membre) ..... M.D. Farrell (LRE)
- D-5-07, Sous-comité sur les propriétés physiques du charbon (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
- D-5-22, Sous-comité sur les essais physiques du coke (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
- D-5-28, Sous-comité sur l'analyse pétrographique du charbon (membres) ..... B.N. Nandi (LRE)
  ..... J.G. Jorgensen (LRE)
- D-34, Élimination des déchets (membre) ..... E.J. Anthony (LRE)
- D-38, Comité sur l'utilisation des résidus (membre) ..... E.J. Anthony (LRE)
- E-2, Spectroscopie d'émission (membre) ..... R.E. Horton (LSM)
- E-7-02-01, Alliages de magnésium (président) ..... B. Lagowski (LRMP)
- E-9, Fatigue (membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)
- E-16, Échantillonnage et analyse des minerais métalliques (membre) ..... R. Sutarno (LSM)
- Groupe de travail sur l'échantillonnage des minerais de fer (membre) ..... R. Sutarno (LSM)

E-24, Essais de rupture de métaux (membres) ..... O. Vosikovsky (LRMP)
..... K.C. Wang (LRMP)
E-24-04-05, Essais sur le taux de croissance des fissures de fatigue en milieu aqueux (membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)
E-38-06, Matériaux de construction provenant de matières récupérées (membre) ..... R.K. Collings (LSM)

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
Comité général de la Division de la lutte contre la pollution atmosphérique (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité d'organisation de l'American Power conference (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité de révision des communications de la DLPA (membre) ..... H. Whaley (LRE)
E-24-03, Méthodes alternatives d'essais de rupture (membre) ..... K.C. Wang (LRMP)
E-28, Essais mécaniques (membre) ..... K.C. Wang (LRMP)
Mécanismes de rupture dans la conception; Assemblée d'hiver, Boston, 13-16 novembre 1983 (organisateur et président) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Comité de recherche de la Division des combustibles (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Comité des honneurs et des prix, étude des mémoires, Division des combustibles (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité de recherche sur la corrosion et les dépôts dûs aux gaz de combustion (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Groupe de travail sur la conversion de l'énergie (membre) ..... G.K. Lee (LRE)

AMERICAN WELDING JOURNAL
Comité de révision des publications ..... J.T. McGrath (LRMP)

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA
Comité SP-12, Instruments destinés aux emplacements dangereux (membre) J.A. Bossert (LRM)

NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS
Comité de travail T-1, Contrôle de la corrosion dans la production pétrolière (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe de travail T-1F-1, Matières métalliques résistantes à la fissuration sous sollicitation par des sulfures, destinées au matériel d'exploitation des champs pétrolifères (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe de travail T-1F-9, TM-01-77, Norme d'évaluation des matières métalliques destinées à des milieux corrosifs (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe de travail T-1F-20, Fissuration étagée des aciers à pipelines (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Comité sectoriel T-1F, Métallurgie du matériel d'exploitation des champs pétrolifères (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)

NATIONAL ENGINEERING FOUNDATION
Fouling and Slagging from Fuel Impurities Conference Comité d'organisation (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Fuels for Tomorrow Conference Organizing Committee (membre) ..... G.K. Lee (LRE)

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY
CLM Combustion Subcommittee (président) ..... H. Whaley (LRE)
CLM Standards and Practices Committee (membre) ..... H. Whaley (LRE)

UNITED STATES OF AMERICA FOREST PRODUCTS RESEARCH
Society Editorial Review Board (membre) ..... D.P.C. Fung (LRE)

# CANADA: GOUVERNEMENT FÉDÉRAL

COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
- Comité Ad hoc de normalisation des émissions de poussière dans les mines d'uranium (membre) ..... G. Knight (LRM)

COMITÉ DES FORCES ARMÉES CANADIENNES SUR LA PRÉVENTION DE LA CORROSION
- Sous-comité d'Ottawa (membre) ..... J.B. Gilmour (LRMP)

OFFICE DES NORMES DU GOUVERNEMENT CANADIEN
- Comité de l'identification des bombones de gaz médicales, des pipelines et des soupapes de vidange (membre) ..... L.P. Mysak (LRE)
- Comité des hydrocarbures (membre) ..... R.J. Lafleur (LRE)
- Comité de la combustion des sources stationnaires (président) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
- Sous-comité des carburants diesels à base de distillats moyens (membre) ..... J.P. Mogan (LRM)
- Sous-comité des méthodes d'essai (membre) ..... R.J. Lafleur (LRE)
- 3-GP, Sous-comité des méthodes d'essai des pétroles, (membre) ..... M.F. Wilson (LRE)
- essence et autres carburants pour automobile (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
- Sous-comité des carburants à base de distillats moyens (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
- 8-GP, Tamis, essais, grillages (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
- 10-GP, Matières réfractaires (président) ..... K.E. Bell (LSM)
- 34-GP, Produits à base d'amiante-ciment (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
- 48-GP, Essais non destructifs (membre) ..... V. Caron (LRMP)
- 51-GP, Isolation thermique (membre) ..... S.S. Wang (LSM)
- 52-GP, Principaux appareils ménagers (membre) ..... R.D. McDonald (LRMP)
- 53-GP, Cisailles (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
- 75-GP, Carreaux de céramique (membre) ..... K.E. Bell (LSM)

CANMET
- Comité consultatif technique ad hoc sur la base canadienne de données sur les résidus d'uranium (président) ..... P.G. Sutterlin (BTT)
- Sous-comité sur les matériaux CANMET/PETROCAN (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)
- Comité de rédaction et des publications (président) ..... M. Close (DIT)
- (membres) ..... M. Fraser (DIT)
- ..... E. Atkinson (DIT)
- ..... J.L. Harcourt (DIT)
- Comité des acquisitions de matériel de traitement électronique des données (président) ..... P.G. Sutterlin (BTT)
- (membres) ..... M.C. Campbell (LSM)
- ..... J.E. Kanasy (DIT)
- ..... W. Kent (DIT)
- ..... C.W. Smith (LSM)
- Comité consultatif sur le traitement électronique des données (membre) ..... M.C. Campbell (LSM)
- Comité sur le traitement électronique des données (président) ..... K. Bartels (LSM)
- (membres) ..... D.W.G. White (LRMP)
- ..... J.J.M. Too (LRMP)
- ..... P. Cain (LRC)
- Comité pour l'amélioration de l'environnement (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
- Comité de liaison pour le procédé d'hydrocraquage (président) ..... J.M. Denis (LRE)
- Comité des brevets et des publications pour le procédé d'hydrocraquage (membre) ..... J.M. Denis (LRE)
- Comité de consultation patronal-syndical (président) ..... W.G. Jeffery (BDG)
- Comité patronal (président) ..... W.G. Jeffery (BDG)
- Mineral and Metal Recovery Biotechnology Research Network (BIOMINET) (représentant) ..... R.N. Chakravorty (LRC)
- Comité de coordination du pétrole et du gaz (président) ..... B.I. Parsons (LRE)
- (secrétaire) ..... J.M. Denis (LRE)

Comité de modélisation et de simulation des réacteurs (membres) ..... T.J. de Bruijn (LRE)
..... D.D.S. Liu (LRE)
Comité de recherche et de développement (membres) ..... J.M. Denis (LRE)
..... D.J. Patmore (LRE)
Échantillonnage des émissions et mesures (président) ..... H. Whaley (LRE)
Appareils à combustibles solides (membres) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
..... R.W. Braaten (LRE)
Comité technique du projet SPOC (traitement simulé des minerais et du charbon) (membre) ..... M.W. Mikhail (LRC)
Comité permanent des langues officielles (président) ..... W.G. Jeffery (BDG)

CONSEIL DES BIBLIOTHÈQUES FÉDÉRALES (BIBLIOTHÈQUE NATIONALE)
Comité sur la rationalisation des collections (vice-président) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Comité de direction (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Sous-comité des services de transmission des bibliothèques (membre) ..... G.M. Peckham (DIT)

ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES CANADA
Systèmes automatisés de soutien administratif (représentant du secteur R-T) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Comité de gestion, Accord Canada-Nouveau-Brunswick sur la combustion du charbon/des schistes pétrolifères (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Groupe de travail Canada/Ontario sur l'étude Inco/Falconbridge (membre) ..... W.J. Craigen (LSM)
Comité de gestion du pétrole brut Canada/Saskatchewan (membre) ..... B.I. Parsons (LRE)
Comité des bibliothécaires en chef (membre) ..... G.M. Peckham (DIT)
Comité sur le charbon (membre) ..... J.S. Cochrane (LRM)
Comité de coordination du charbon (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)
Sous-comité d'évaluation des réserves de charbon (membre) ..... A.S. Romaniuk (LRM)
Sous-comité d'évaluation des réserves de charbon (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Comité de la politique sur l'information (membre substitut) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Comité de travail sur les ordinateurs (membre) ..... R. Boyle (LRM)
Comité consultatif technique du MEER (N.-B.) pour la mise au point de nouveaux procédés (membre) ..... W.J.S. Craigen (BTT)
Liaison entre les directions, minéraux industriels (membres) ..... K.E. Bell (LSM)
..... R.M. Buchanan (LSM)
..... P.R.A. Andrew (LSM)
..... R.K. Collings (LSM)
..... G.W. Riley (LSM)
..... H.S. Wilson (LSM)
Groupe de travail sur l'industrie des métaux non ferreux (représentant) ..... P. Pint (LSM)
Comité mixte pour la recherche sur les activités professionnelles et la protection de l'environnement dans la production de l'uranium
Comité de coordination du pétrole et du gaz (président) ..... B.I. Parsons (LRE)
(secrétaire) ..... J.M. Denis (LRE)
Comité sur la santé et la sécurité professionnelles (membre) ..... A. Hitchen (LSM)
Comité sur l'exploitation minière en milieu marin (membres) ..... D.J. MacKinnon (LSM)
..... P. Pint (LSM)
Langues officielles dans les publications (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Production, comité conjoint (secrétaire) ..... R. Tervo (LRM)
(membre) ..... J. Bigu (LRM)
Comité des publications (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Comité sur le confinement des déchets radioactifs (membre) ..... G. Larocque (LRM)
Programme des accords de recherche (coordonnateur des divisions) ..... R. Sutarno (LSM)
Comité sur l'information scientifique et technique (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Sous-comité sur les ressources additionnelles d'uranium (membre) ..... R.J. Welwood (LRM)
Sous-comité sur l'économie de l'offre et de la demande d'uranium (membre) ..... R.J. Welwood (LRM)
Sous-comité sur les ressources presque certaines d'uranium (président) ..... R.J. Welwood (LRM)
Groupe d'évaluation des ressources d'uranium (membres) ..... R.J. Welwood (LRM)
..... M.C. Campbell (LSM)

ENVIRONNEMENT CANADA
- Groupe de travail sur les normes des effluents des mines d'or (membre) .... D.J. Barkley (LSM)

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES HYDROCARBURES, UNIVERSITÉ DE L'ALBERTA
- Conseil d'administration (membre) .... B.I. Parsons (LRE)

INDUSTRIE ET COMMERCE CANADA
- Programme coopératif de recherche CAN/EC sur la mesure des fibres d'amiante (coordonnateur) .... G.W. Riley (LSM)
- Groupe d'étude intergouvernemental fédéral-provincial sur l'amiante (membre) .... G.W. Riley (LSM)
- Sous-groupe fédéral-provincial sur la mesure des fibres d'amiante (président) .... G.W. Riley (LSM)
- Comité sur la machinerie et l'équipement miniers (membre) .... S.J.P. Mercure (BTT)
- Groupe de travail pour évaluer la possibilité d'activités de recherche conjointe avec le Japon sur le transport dans l'Arctique .... W.H. Erickson (LRMP)
- Groupe pour l'examen des progrès techniques pour les contrats PIMD et IMDE (membre) .... T.A. Wheat (LSM)

INTERMINISTÉRIEL
- Normes sur les émissions des automobiles (membre) .... A.C.S. Hayden (LRE)
- Recherche et développement en bâtiment (membre) .... A.C.S. Hayden (LRE)
- Groupe de travail 3B du Comité de direction sur la pollution atmosphérique transfrontière Canada/États-Unis (membre substitut) .... C.A. Hamer (LSM)
- Comité de gestion du procédé d'hydrocraquage du CANMET (président) .... J.M. Denis (LRE)
- Groupe de travail consultatif sur les fonderies de métaux non ferreux (membre) .... W.J.S. Craigen (BTT)
- Énergie de la forêt (ENFOR) (membre) .... D.J. Patmore (LRE)
  - Sous-comité de la conversion (membre) .... D.J. Patmore (LRE)
- Groupe de R-D sur l'énergie, combustibles fossiles (coordonnateur) .... D.A. Reeve (BPR)
- Évaluation des combustibles et des lubrifiants (membres) .... M.F. Wilson (LRE)
  .... C.W. Fairbridge (LRE)
- Comité des combustibles (membre) .... F.D. Friedrich (BPR)
- Utilisation future des combustibles liquides (membre) .... A.C.S. Hayden (LRE)
- Institut des services d'information (secrétaire exécutif) .... M. Close (DIT)
- Le plomb dans l'essence (membre) .... A.C.S. Hayden (LRE)
- Modernisation et additifs (membre) .... A.C.S. Hayden (LRE)
- Groupe de travail sur l'évaluation de la hauteur des cheminées (membre) .... H. Whaley (LRE)
- Comité de la politique de normalisation .... R.S. Sabourin (LSM)

SCIENCES ET TECHNOLOGIE
- Accords S-T Canada/RFA, R-D sur l'environnement (amiante) (coordonnateur canadien) .... G.W. Riley (LSM)

NATIONAL COAL CONVERSION COMMITTEE
- Comité exécutif (membre) .... M. Ikura (LRE)

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES
- Associate Committee on Tribology
  - Subcommittee on Friction and Wear (membre) .... G.R. Hoey (LRMP)
- Comité d'aide à la recherche industrielle (membre) .... G.W. Riley (LSM)
- PILP Joint Review Board for CANMET Portable X-ray Stress Diffractometer (membre) .... D.W.G. White (LRMP)
- Comité de sélection du PPIL (membre) .... W.J.S. Craigen (BTT)
- Conseil de recherches sur les transports
  - Comité A2 E03, Propriétés mécaniques du béton (président) .... V.M. Malhotra (LSM)

CONSEIL DE RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET EN GÉNIE
- Comité de sélection pour les subventions en chimie et en métallurgie (secrétaire scientifique) .... W.N. Roberts (LRMP)
- Industrial Research Fellowship Selection Committee (président) .... W.H. Erickson (LRMP)
- Comité des grandes installations (membres) .... T. Malis (LRMP)
  .... R.H. Packwood (LRMP)

TRANSPORT CANADA
- Sous-comité technique de la R-D sur l'automobile (membre) ..... A.F. Crawley (LRMP)
- Comité du transport en vrac (membre) ..... H.F. Steger (LSM)
- Comité de direction sur le transport par pipeline des boues de charbon
  - (secrétaire) ..... M.W. Mikhail (LRC)
  - (membre) ..... M. Skubnik (LRE)
- Comité des hélices en métal coulé (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
- R-D sur les pipelines (membre) ..... M.J. Godden (LRMP)
- Comité des tôles de navire (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
- Sous-comité conseil auprès du délégué canadien de l'Organisation internationale maritime (membre) ..... J.A. Darling (LRM)
- Comité technique sur les marchandises dangereuses (membre) ..... R.R. Vandebeek (LRM)

## CANADA

ASSOCIATION POUR LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE (SECTION DU QUÉBEC) (président) ..... R.J. Lafleur (LRE)

ALBERTA/CANADA ENERGY RESOURCE RESEARCH FUND
- (Représentant EMR) ..... T.D. Brown (LRC)

ALBERTA RESEARCH COUNCIL
- Comité consultatif sur la gazéification souterraine du charbon (membre) ..... R.N. Chakravorty (LRC)

GROUPE DE TRAVAIL DE L'ATLANTIQUE SUR LES MÉLANGES CHARBON-LIQUIDES
- (membre) ..... H. Whaley (LRE)

ASSOCIATION CANADIENNE DES PHYSICIENS, DIVISION DE LA PHYSIQUE INDUSTRIELLE ET APPLIQUÉE (président) ..... J.P. Monchalin (LRMP)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE RECHERCHE SUR LA CARBONISATION
- Conseil (membre et secrétaire) ..... D.A. Reeve (BPR)
- Conseil d'administration (secrétaire) ..... J.T. Price (LRE)
- Comité technique (secrétaire) ..... J.G. Jorgensen (LRE)
  - (membre) ..... J.F. Gransden (LRE)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE LA CÉRAMIQUE (président) ..... T.A. Wheat (LSM)
- Exposition de céramographie (vice-président) ..... A.K. Kuriakose (LSM)
- Division de la science de base de l'électronique (directeur) ..... T.A. Wheat (LSM)
- Journal (rédacteur en chef) ..... K.E. Bell (LSM)

CANADIAN COAL PETROGRAPHERS GROUP (secrétaire) ..... B.N. Nandi (LRE)
- (membre) ..... J.G. Jorgensen (LRE)

CANADIAN COMMITTEE FOR RESEARCH ON STRENGTH AND FRACTURE OF MATERIALS
- (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)

CANADIAN COMMITTEE ON ELECTRICAL/MECHANICAL MINE SAFETY
- (vice-président) ..... J.A. Bossert (LRM)

CANADIAN COUNCIL OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF WELDING
- (président) ..... J.T. McGrath (LRMP)

ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ÉLECTRICITÉ
- Comité consultatif sur la désulfuration des gaz de carneau (membre) ..... G.K. Lee (LRE)

CANADIAN FRACTURE CONFERENCE ON MODELLING PROBLEMS IN CRACK TIP MECHANICS
- Comité consultatif (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)

CANADIAN FRACTURE CONFERENCE ON TIME DEPENDENT FRACTURE (CFC-11)
- Comité d'organisation (membre) ..... B. Faucher (LRMP)

ASSOCIATION CANADIENNE DU GAZ
- Comité sur les appareils au gaz employés dans des atmosphères dangereuses (membre) — E.D. Dainty (LRM)
- Comité sur le contrôle de la corrosion (membre) — G.J. Biefer (LRMP)
- Comité des normes (membre) — G.K. Lee (LRE)

INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHE SUR LES GAZ (directeur) — G.K. Lee (LRE)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉOTECHNIQUE
- Groupe géotechnique d'Ottawa (membre exécutif) — M. Bétournay (LRM)
- Sous-comité sur les tunnels (membre) — M. Gyenge (LRM)

CANADIAN INSTITUTE FOR RADIATION SAFETY
- Conseil d'administration (membre) — W.G. Jeffery (BDG)

INSITUT CANADIEN DE L'ÉNERGIE (directeur) — F.D. Friedrich (LRE)
- Division d'Ottawa (trésorier) — E.J. Anthony (LRE)

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE
- Division d'Algoma (représentant) — P. MacDonald (LRM)
- Comité de préparation du bulletin et des publications
  - Division du charbon (représentant) — A.S. Romaniuk (LRC)
  - Division de l'extraction des métaux (représentant) — R.J. Welwood (LRM)
- Division de Calgary (directeur) — A.S. Romaniuk (LRC)
- Division des exploitants canadiens de minéraux (secrétaire) — L.L. Sirois (LSM)
- Comité central des publications (membres) — R.M. Buchanan (LSM)
  - D.K. Faurschou (BPR)
  - Comité des programmes (président) — D.A. Reeve (BPR)
  - (secrétaire) — A.S. Romaniuk (LRC)
  - (membre) — M.W. Mikhail (LRC)
  - Comité sur l'information et le contrôle des procédés (représentant) — B.M. Das (LRC)
  - Comité sur les publications (membre) — D.B. Gladwin (BPR)
- Comité des applications de l'ordinateur et du contrôle des procédés
  - (président) — B.M. Das (LRC)
  - (membre) — D. Laguitton (LSM)
  - B.M. Das (LRC)
- Conseil (membre)
- Division de la géologie
  - Comité des déplacements et des symposiums (président) — W. Petruk (LSM)
  - Bulletin (rédacteur) — W. Petruk (LSM)
- Division des minéraux industriels (secrétaire-trésorier) — R.M. Buchanan (LSM)
  - Comité des abonnements (membre) — L.L. Sirois (LSM)
- Société métallurgique
  - Conférences des métallurgistes 1983 (président) — J.E. Dutrizac (LSM)
  - Comité de rédaction (membre) — J.D. Boyd (LRMP)
  - Comité de l'histoire de la métallurgie (membre) — J.E. Dutrizac (LSM)
  - Comité d'hydrométallurgie (membre) — B.H. Lucas (LSM)
  - Exécutif de la section d'hydrométallurgie (membre) — J.E. Dutrizac (LSM)
  - Section du fer et de l'acier (membre) — R. Thompson (BPR)
  - Groupe IX-SX (membre) — B.H. Lucas (LSM)
  - Comité de génie des matériaux (membre) — W.R. Tyson (LRMP)
  - (secrétaire-trésorier) — A.F. Crawley (LRMP)
  - Comité des publications (président) — J.D. Boyd (LRMP)
  - (membre) — J.B. Gilmour (LRMP)
  - Division d'Ottawa (membre de l'exécutif) — J.D. Boyd (LRMP)
  - (membres) — L.V. Whiting (LRMP)
  - A.R. Palmer (LRMP)
  - C.J. Adams (LRE)
  - J.D. Boyd (LRMP)
  - Comité des publications (président) — A.S. Romaniuk (LRC)
  - (membre) — R.M. Buchanan (LSM)
  - Comité des ouvrages spéciaux (président) — T.S. Cochrane (LRM)
  - Comité de direction (président) — A.S. Romaniuk (LRC)
  - (membre) — R.M. Buchanan (LSM)
  - Comité des programmes techniques (membres) — A.S. Romaniuk (LRC)

CANADIAN JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING
(rédacteur adjoint) ..... V.M. Malhotra (LSM)

CANADIAN LAND RECLAMATION ASSOCIATION
Section de l'Ontario (président) ..... D.R. Murray (LRM)

CANADIAN METALLURGICAL QUARTERLY (rédacteur adjoint) ..... J.D. Boyd (LRMP)

CONFÉRENCE CANADIENNE SUR LA PHYSIQUE DES MÉTAUX (33e)
Comité d'organisation (président) ..... J.D. Boyd (LRMP)
(membre) ..... G. Carpenter (LRMP)

CANADIAN MINERAL ANALYSTS ASSOCIATION (trésorier) ..... R.R. Craig (LSM)

THE CANADIAN MINERALOGIST (co-rédacteur) ..... L.J. Cabri (LSM)
(rédacteur adjoint) ..... J.L. Jambor (LSM)

LES MINÉRALURGISTES DU CANADA (secrétaire) ..... L.L. Sirois (LSM)

COMITÉ NATIONAL CANADIEN SUR LA MÉCANIQUE DES ROCHES (secrétaire-trésorier) ..... D.G.F. Hedley (LRM)
Sous-comité sur les méthodes de concassage non explosives (membre) .... M. Gyenge (LRM)
Sous-comité sur la pente du roc (membre) ..... G. Herget (LRM)
Sous-comité sur l'enseignement de la mécanique des roches (membre) .... G. Herget (LRM)

CANADIAN NATIONAL COMMITTEE ON THE INTERNATIONAL ALLOY PHASE DIAGRAM PROGRAM (président) ..... W.H. Erickson (LRMP)

ASSOCIATION CANADIENNE DE LA GESTION DES RECHERCHES (membre) V.A. Haw (PNGRU)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉNIE CHIMIQUE
Continuing Conference Program Subcommittee
Représentant de la section locale ..... J.F. Kriz (LRE)
Comité exécutif de la section d'Ottawa-Hull (vice-président) ..... J.F. Kelly (LRE)
(secrétaire) ..... S.A. Fouda (LRE)
(membre) ..... B. Nebesar (LSM)
Section de la vallée de l'outaouais (président de la programmation) ..... M.E. Leaver (LSM)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DES ESSAIS NON DESTRUCTIFS
Comité de planification à long terme (membre) ..... V. Caron (LRMP)
(membre de l'exécutif et du conseil) ..... V. Caron (LRMP)
(membre du conseil) ..... W.H. Erickson (LRMP)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉNIE CIVIL
Comité des activités techniques (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DES MICROBIOLOGISTES
Comité des abonnements (président) ..... M. Silver (LSM)

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
Acoustique et contrôle du bruit dans les machines utilisées en construction et en exploitation minière (membre) ..... M. Savich (LRM)
Agrégats et béton A.23.1, A 23.2, A.24.3 (président) ..... V.M. Malhotra (LSM)
Assainissement de l'air (membre de l'exécutif) ..... H Whaley (LRE)
Sous-comité des méthodes analytiques (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Sous-comité sur les tuyaux d'échappement des véhicules automobiles (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Code canadien de l'électricité, partie I
Sous-comité chargé des sections 18, 20 et 24 (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
Code canadien de l'électricité, partie II
Câbles pour situations dangereuses (membre) ..... G. Lobay (LRM)
Équipement pour la détection des gaz combustibles (membre) ..... G. Lobay (LRM)
Enceintes à l'épreuve des explosions pour la classe I, groupes A, B, C et D, situations dangereuses (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
Équipement sûr et ininflammable pour situations dangereuses (vice-président) ..... J.A. Bossert (LRM)

Code canadien de l'électricité, partie V
Utilisation de l'électricité dans les mines (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
Fonte (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
Ciment A.5 (membre) ..... G.G. Carette (LSM)
Ciment et agrégats (membre) ..... J.A. Soles (LSM)
Réactivité des mélanges ciment-agrégats (membre) ..... J.A. Soles (LSM)
Évaluation énergétique des maisons (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Sous-comité des méthodes expérimentales (membre) ..... R.W. Braaten (LRE)
Protection contre le feu (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Groupe de travail sur la résistance à la rupture (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Gypse et chaux (membre) ..... R.K. Collings (LSM)
Sous-comité de rédaction (président) ..... R.K. Collings (LSM)
Performance des incinérateurs (membre) ..... F.D. Friedrich (BPR)
Plomb et alliages de plomb (membre) ..... A. Couture (LRMP)
Isolants thermiques minéraux (membre) ..... S.S. Wang (LSM)
Nickel et alliages de nickel (membre) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
Appareils au mazout (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Matériaux pour pipelines (membres) ..... W.R. Tyson (LRMP)
..... K.C. Wang (LRMP)
Registres positifs de cheminée (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Outils mécaniques Z166 (membre) ..... J.A. Darling (LRM)
Propriétés des matériaux (membres) ..... W.R. Tyson (LRMP)
..... K.C. Wang (LRMP)
Modification des brûleurs à mazout (membre) ..... R.W. Braaten (LRE)
Échantillonnage des émissions et mesures (président) ..... H. Whaley (LRE)
Appareils à combustible solide (membres) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
..... R.W. Braaten (LRE)
Installations à combustible solide (membre) ..... R.W. Braaten (LRE)
Comité directeur de normalisation en matière de sécurité électrique et mécanique dans les mines (vice-président intérimaire) ..... J.A. Bossert (LRM)
Pièces coulées en acier (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
Steel Fixed Offshore Structures
Executive Committee (membre) ..... W.H. Erickson (LRMP)
Working Group on Welding (membre) ..... J.E.M. Braid (LRMP)
Canalisations en acier destinées à la recherche (membres) ..... W.R. Tyson (LRMP)
..... K.C. Wang (LRMP)
Acier de construction (membre) ..... R.F. Knight (LRMP)
Véhicules diesels souterrains (président) ..... E.D. Dainty (LRM)
Sous-comité du soudage (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

CANADIAN STEEL INDUSTRY COMMITTEE ON COPPER CASTINGS (président) ..... R.K. Buhr (LRMP)

CANADIAN URANIUM PRODUCERS' METALLURGICAL COMMITTEE (secrétaire) ..... G.M. Ritcey (LSM)
Sous-comité analytique (président) ..... J.L. Dalton (LSM)

CENTRE FOR RESOURCE STUDIES, QUEEN'S UNIVERSITY
Conseil d'administration (membre) ..... W.G. Jeffery (BDG)

INSTITUT DE CHIMIE DU CANADA
Division de la catalyse (secrétaire-trésorier) ..... J.F. Kriz (LRE)
Comité des scrutateurs (président) ..... J.C. Hole (LSM)
Exécutif de la section d'Ottawa (trésorier) ..... C.W. Smith (LSM)

CENTRE DE RECHERCHES SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE DU CHARBON
Conseil d'administration (membre) ..... W.G. Jeffery (BDG)
Comité technique — préparation du charbon (membre) ..... M.W. Mikhail (LRC)
Comité consultatif technique (membre) ..... G. Zahary (LRC)
Groupe sur la ventilation des mines d'Elliot Lake (membres) ..... G. Knight (LRM)
..... M. Savich (LRM)
..... J. Bigu (LRM)
..... M. Gangal (LRM)

ASSOCIATION CANADIENNE DE RECHERCHE SUR LA PRÉPARATION DU CHARBON
Comité technique (secrétaire) ..... M.W. Mikhail (LRC)

COMMISSION CHARGÉE DE METTRE SUR PIED UN NOUVEAU COURS EN TECHNOLOGIE PHYSIQUE ENTRE LE CÉGEP ET L'INDUSTRIE (membre) ... J.P. Monchalin (LRMP)

COMMITTEE FOR NEEDED RESEARCH FOR NORTHERN PIPELINES
(membre) ..... D.W.G. White (LRMP)

COMMITTEE ON ATLANTIC COAL
Coal Mining Working Group (président) ..... D.B. Stewart (LRC)
(membres) ..... R.K. Singhal (LRC)
..... G. Zahary (LRC)

COMITÉ SUR LES PIÈCES COULÉES EN CUIVRE POUR L'INDUSTRIE CANADIENNE DE L'ACIER (président) ..... R.K. Buhr (LRMP)

SOCIÉTÉ ÉLECTROCHIMIQUE
Section Ontario-Québec (vice-président) ..... R.W. Revie (BPR)

FRICTIONAL IGNITION WORKING GROUP
(président) ..... D.B. Stewart (LRC)
(membre et secrétaire) ..... R.K. Singhal (LRC)

HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT ASSOCIATION OF CANADA (HUDAC)
Comité sur les besoins futurs en aménagement des locaux (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Ventilation contrôlée et récupération de la chaleur (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Comité de recherche technique (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

COMITÉ CONSULTATIF INDUSTRIEL POUR LA SURVEILLANCE DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE SUR LES ALLIAGES DE FONDERIE À BASE DE ZINC
(membre) ..... M. Sahoo (LRMP)

INSTITUT DE GÉNIE DES MATÉRIAUX
Comité consultatif (membre) ..... W.G. Jeffery (BDG)

COMITÉ CONSULTATIF INTERPROVINCIAL SUR L'ÉNERGIE (CCIE)
Comité sur le charbon (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)

JOINT STEEL COMPANY PROJECT
Comité consultatif technique sur les tôles d'acier (membre) ..... A.F. Crawley (LRMP)

ASSOCIATION MINÉRALOGIQUE DU CANADA (vice-président) ..... L.J. Cabri (LSM)

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE
(vice-président) ..... W.G. Jeffery (BDG)
(secrétaire) ..... R.M. Buchanan (LSM)
(membre) ..... V.A. Haw (BDG)
Sous-comité de la technologie du charbon (secrétaire) ..... F.D. Friedrich (BPR)
Sous-comité de l'utilisation des matériaux (secrétaire) ..... R.W. Revie (BPR)
Sous-comité du traitement des minéraux (secrétaire) ..... A.H. Webster (LSM)
Sous-comité de l'exploitation minière (secrétaire) ..... D.B. Gladwin (BPR)
Sous-comité du pétrole et du gaz (secrétaire) ..... A.E. George (BPR)

NORTHERN COLLEGE, KIRKLAND LAKE
Welding, Engineering and Advisory Committee (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

OTTAWA VALLEY ELECTRON BEAM GROUP (co-président) ..... R.H. Packwood (LRMP)

ASSOCIATION DES MINES D'AMIANTE DU QUÉBEC
Comités techniques sur les méthodes d'essais (membre) ..... G.W. Riley (LSM)

SAULT COLLEGE, ELLIOT LAKE
Comité consultatif sur le cours de technologie de la ventilation
(membres) ..... M. Gangal (LRM)
..... R. Tervo (LRM)

SCIENTIFIC RESEARCH COUNCIL
McGill Chapter — Sigma Xi Council (membre) ..... J.P. Monchalin (LRMP)

SOCIÉTÉ DE SPECTROGRAPHIE DU CANADA
Comité de travail pour le projet sur les matériaux de référence (membre) ..... R.D. McDonald (LRMP)

SOCIÉTÉ DE SPECTROSCOPIE DU CANADA
Section de la Vallée de l'Outaouais (président des programmes) ..... M.E. Leaver (LSM)

LABORATOIRES DES ASSUREURS DU CANADA/ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION
Comité mixte sur les appareils de chauffage au bois (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Groupe de travail de l'Atlantique sur les mélanges charbon-liquides (membre) ..... H. Whaley (LRE)

UNIVERSITÉ DE L'ALBERTA, PROGRAMME DE GÉNIE DU SOUDAGE
Comité de liaison industrielle (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

UNIVERSITY COLLEGE OF CAPE BRETON
Mineral Technology Advisory Committee (membre) ..... D.B. Stewart (LRC)

UNIVERSITÉ DE WESTERN ONTARIO
Laboratoire de la science des surfaces, Conseil d'administration (membre) ..... R.H. Packwood (LRMP)

GROUPE DES UTILISATEURS WANG D'OTTAWA (coordonnateurs de la publicité)
..... M. Fraser (DIT)
..... E. Atkinson (DIT)

INSTITUT DE SOUDAGE DU CANADA
Conseil d'administration (directeur) ..... W.H. Erickson (LRMP)
(membre) ..... W.G. Jeffery (BDG)
Conseil de recherches (membre) ..... J.T. Jubb (LRMP)

WELDING UPDATE 1983 — THE CHALLENGE OF OFFSHORE DEVELOPMENT
Comité d'organisation (membres) ..... J.T. McGrath (LRMP)
..... J.E.M. Braid (LRMP)
(coprésident de la réunion) ..... J.T. McGrath (LRMP)
..... J.E.M. Braid (LRMP)